VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
EKONOMICKÁ FAKULTA

KATEDRA FINANCÍ

Predikce finanční výkonnosti elektrotechnického podniku

Prediction of Financial Performance in an Electro-Technical Company

Student: Bc. Zuzana Holomková

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Valecký, Ph.D.

Ostrava 2013

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Ekonomická fakulta
Katedra financí

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Zuzana Holomková**

Studijní program: N6202 Hospodářská politika a správa

Studijní obor: 6202T010 Finance

Specializace: 00 Finance

Téma: Predikce finanční výkonnosti elektrotechnického podniku
Prediction of Financial Performance in an Electro-Technical Company

Zásady pro vypracování:

1. Úvod
2. Hodnocení finanční výkonnosti
3. Metody predikce ekonomické přidané hodnoty
4. Predikce ekonomické přidané hodnoty ve vybraném elektrotechnickém podniku
5. Závěr

Seznam použité literatury
Seznam zkratek
Prohlášení o využití výsledků diplomové práce
Seznam příloh
Přílohy

Seznam doporučené odborné literatury:

KORN, R., E.KORN a G. KROISANDT. *Monte Carlo methods and models in finance and insurance.* Boca Raton: CRC Press, 2010. 470 p. ISBN 978-1-4200-7618-9.
MAŘÍK, Miloš a Pavla MAŘÍKOVÁ. *Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku: ekonomická přidaná hodnota, tržní přidaná hodnota, CF ROI.* 2. vyd. Praha: Ekopress, 2005. 164 s. ISBN 80-86119-61-0.
ZMEŠKAL, Zdeněk a kol. *Finanční modely.* 2. vyd. Praha: Ekopress, 2004. 236 s. ISBN 80-86119-87-4.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Valecký, Ph.D.**

Datum zadání: 23.11.2012
Datum odevzdání: 26.04.2013

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ-TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
Ekonomická fakulta
1

Ing. Iveta Ratmanová, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Dr. Ing. Dana Dluhošová
děkanka fakulty

„Prohlašuji, že jsem celou práci, včetně všech příloh, vypracovala samostatně. Přílohu č. 1, danou mi k dispozici, jsem samostatně doplnila“.

V Ostravě dne 26. dubna 2013

…………………………..

Zuzana Holomková

Poděkování

Děkuji panu Ing. Jiřímu Valeckému, Ph.D. za jeho cenné připomínky a odborné rady, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce.

OBSAH

1 ÚVOD

V současné době je ekonomické dění ovlivněno moderními trendy, s čím se také do popředí dostává potřeba dlouhodobé orientace na výkonnost podniku. Aby podnik obstál v ostré konkurenci, musí být schopen se přizpůsobit měnícím se podmínkám v ekonomice. S tím také souvisí, že podniky v poslední době preferují při hodnocení své výkonnosti hodnotově orientovaná měřítka před tradičními ukazateli, neboť právě tato poměrně nová měřítka orientovaná na hodnotu jsou firmami ve světě stále více využívána. Jedním z nejčastěji používaných ukazatelů orientovaných na tvorbu hodnoty podniku je ekonomická přidaná hodnota (*EVA*). *EVA* představuje ekonomický zisk a její výše vypovídá o tom, zda podnik svou činností přispívá k tvorbě dodatečné hodnoty.

Při řízení výkonnosti však není pro vedení podniku důležité pouze měřit a hodnotit současný a minulý vývoj, ale také predikovat, jak se bude hodnota podniku vyvíjet v budoucnu, neboť budoucí vývoj je doprovázen nejistotou a určitým stupněm rizika. Při predikování budoucího vývoje je pak možné v předstihu učinit taková opatření, která přispějí k tvorbě hodnoty podniku v budoucnu.

Cílem diplomové práce je ověřit možnost predikce ekonomické přidané hodnoty na základě reálných dat podniku z elektrotechnického odvětví. Predikce je provedena pro dvanáct následujících měsíců pomocí simulace odhadnutých stochastických procesů dílčích finančních ukazatelů metodou Monte Carlo. Pro simulaci dílčích ukazatelů je aplikován Vašíčkův model.

Práce je rozdělena do tří hlavních kapitol. První a druhá kapitola představují teoretickou část práce a jsou podkladem pro třetí, praktickou část.

V první kapitole je charakterizována výkonnost podniku a přístupy jejího měření. Dále jsou popsány vybrané tradiční a moderní ukazatele měření výkonnosti podniku.

V druhé kapitole jsou popsány metody predikce finančních veličin pomocí stochastických procesů. Dále je přiblížena simulační metoda Monte Carlo, metody stanovení nákladů kapitálu, Choleskeho algoritmus a další metody použité při predikci.

Závěrečná kapitola je zaměřena na predikci ukazatele *EVA* pro dvanáct následujících měsíců vybraného elektrotechnického podniku. Na začátku kapitoly jsou uvedeny základní údaje o podniku, popsána vstupní data a vypočtena historická časová řada *EVA*. Poté následuje odhad vstupních parametrů stochastických procesů dílčích finančních ukazatelů, simulace dílčích ukazatelů a predikce vývoje ukazatele *EVA* metodou Monte Carlo v horizontu dvanácti měsíců včetně zhodnocení.

2 HODNOCENÍ FINANČNÍ VÝKONNOSTI

V následující kapitole jsou popsány metody hodnocení finanční výkonnosti podniku. Kapitola vychází převážně z publikací Dluhošová (2010), Dluhošová (2004), Mařík a Maříková (2005) a Pavelková a Knápková (2009).

2.1 Výkonnost a přístupy jejího měření

Výkonnost podniku je široký pojem, avšak obecně je chápána jako schopnost firmy zhodnocovat vložený kapitál. Pojetí výkonnosti se odvíjí od podnikových cílů. Podle Pavelkové a Knápkové (2009) může každý subjekt hodnotit výkonnost jinak – vlastník podle splnění očekávání ohledně návratnosti svých prostředků vložených do podnikání, dodavatelé a banky podle schopnosti podniku splácet své závazky, zaměstnanci podle výše mezd a pracovních podmínek, stát podle schopnosti platit daně apod. Podniky se tedy mohou úspěšně rozvíjet pouze tehdy, pokud flexibilně reagují na změny v podnikání, zkoumají a pravidelně hodnotí výkonnost podniku a investují prostředky na podporu jejího růstu.

Měření výkonnosti je ovlivněno fungováním ekonomických systémů, rozvojem informačních systémů, stupněm poznání atd., přičemž měření a řízení výkonnosti by se mělo vyvíjet shodně s vývojem ekonomické teorie a konkurenčního prostředí.

Přístupy k měření výkonnosti se neustále vyvíjí. Stručný vývoj ukazatelů finanční výkonnosti podniku je zobrazen v Tab. 2.1.

Tab. 2.1 Vývoj ukazatelů finanční výkonnosti podniku

1. generace	**2. generace**	**3. generace**	**4. generace**
„Zisková marže“	„Růst zisku“	„Výnosnost kapitálu“ (*ROA, ROE, ROI*)	„Tvorba hodnoty pro vlastníky“
Zisk / Tržby	Maximalizace zisku	Zisk / Investovaný kapitál	*EVA, CFROI, FCF,…*

Zdroj: Pavelková D., Knápková A. (2009)

V posledních letech dochází k tomu, že se řada podniků odklání při hodnocení výkonnosti od tradičních ukazatelů směrem k tržní hodnotě podniku. Principem tohoto moderního přístupu finančního řízení je řízení hodnoty pro vlastníka (Sharedolder Value). Vlastníci vložili do podniku své myšlenky a peníze a nesou tudíž největší riziko. Budou tedy požadovat, aby byl zisk podniku vyšší než výnos, kterého by dosáhli při podstoupení stejného rizika jinde. Jestliže se jejich očekávání ohledně zisku naplní, budou dále podnikat. Pokud se však vložený kapitál dostatečně nezhodnotí, může být existence firmy ohrožena. Aby bylo podnikání úspěšné, měl by podnik zajistit, aby byly uspokojeny všechny subjekty, které jsou spjaté s daným podnikem (Stakeholder Value).

Hodnota podniku se tedy jeví jako vhodné měřítko výkonnosti podniku, neboť jsou pro její měření nezbytné veškeré informace. Základním cílem podnikání u přístupu orientovaného na hodnotu je růst a maximalizace hodnoty podniku. V případě maximalizace hodnoty pak musí vedení podniku usilovat o zvýšení hodnoty vlastnických podílů.

Ukazatele měření výkonnosti je možné rozdělit do dvou skupin:

- tradiční ukazatele,
- moderní ukazatele orientované na hodnotu.

2.2 Tradiční ukazatele finanční výkonnosti

Tradiční, neboli účetní ukazatele jsou v praxi uplatňovány od 80. let 20. století. Ukazatele jsou založeny na účetních hodnotách, které ovšem nedostatečně vyjadřují schopnost podniku tvořit hotovostní toky. Základním cílem podnikání u tohoto přístupu měření výkonnosti je maximalizace zisku. Podle účetního hlediska je tedy podnik dostatečně výkonný, jestliže výnosy převyšují náklady a podnik dosahuje zisku.

Hlavní nevýhoda tradičních ukazatelů spočívá v tom, že pracují pouze s účetními daty a zisk je tedy definován pouze z účetního hlediska. Dále neberou v úvahu riziko, časovou hodnotu peněz a také nezohledňují veškeré náklady na kapitál, pouze náklady na kapitál cizí. Dalším problémem může být skutečnost, že růst účetního výsledku hospodaření nemusí znamenat vyšší hodnotu akcií podniku na kapitálovém trhu, a tedy že hodnota pro akcionáře nebude dostatečně tvořena.

Nejvýznamnějšími účetními ukazateli finanční výkonnosti jsou ukazatele zisku a ukazatele rentability.

2.2.1 Ukazatele zisku

Ukazatele zisku jsou založeny na zisku, který podnik vytvořil. Zisk lze vyjádřit několika způsoby:

- zisk před úroky, zdaněním a odpisy (*EBITDA - Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation and Amortization*),
- zisk před úroky a zdaněním (*EBIT - Earnings Before Interest and Taxes*),

- zisk před zdaněním (*EBT - Earnings Before Taxes*),
- čistý zisk (*EAT - Earnings After Taxes*).

Zisk před úroky, zdaněním a odpisy (*EBITDA*) je používán v USA, kde se rozlišují dva druhy odpisů, a to „depreciation“ pro odpisy dlouhodobého hmotného majetku a „amortization“ pro dlouhodobý nehmotný majetek. Ukazatel lze použít pro srovnání výkonnosti podniků nezávisle na politice odpisování.

Zisk před úroky a zdaněním (*EBIT*) neodráží způsob financování ani daně, proto se používá pro hodnocení provozní činnosti podniku.

Zisk před zdaněním (*EBT*) je zisk před odečtením daně z příjmu za běžnou a mimořádnou činnost. Tento ukazatel je vhodný pro porovnání mezi zeměmi, neboť se v něm nepromítá míra zdanění.

Čistý zisk (*EAT*) je ziskem po zdanění, který se dále rozděluje např. ve formě dividend, přídělů do rezervního fondu a jiných fondů atd. Zisk, který se již dále nerozděluje, je nerozděleným ziskem a slouží k reprodukci podniku. Pro vlastníky je čistý zisk nejdůležitější kategorií zisku, neboť má vliv na vývoj hodnoty podniku v budoucnu.

2.2.2 Ukazatele rentability

Ukazatele rentability patří mezi tzv. poměrové ukazatele. Rentabilita neboli výnosnost je finančním ukazatelem, který je vyjádřen jako poměr zisku a vloženého kapitálu. Obecně jsou ukazatele rentability využívány k hodnocení efektivnosti dané činnosti a měly by mít rostoucí tendenci. Nejčastěji používanými ukazateli při hodnocení finanční výkonnosti jsou ukazatele:

- rentabilita aktiv (*ROA - Return on Assets*),
- rentabilita vlastního kapitálu (*ROE - Return on Equity*),
- rentabilita dlouhodobých zdrojů (*ROCE - Return on Capital Employed*),
- ukazatel čistého zisku na akcii (*EPS - Earnings per Share*).

Ukazatel rentability aktiv (*ROA)* je klíčovým měřítkem rentability, neboť odráží celkovou výnosnost aktiv bez ohledu na to, z jakých zdrojů byly financovány. Je definován jako poměr zisku před úroky a zdaněním k celkovým aktivům. Při výpočtu však nejsou zohledněny náklady na kapitál, a proto nelze určit, zda se při vysoké rentabilitě aktiv zvyšuje hodnota podniku.

Ukazatel rentability vlastního kapitálu (*ROE)* je významným ukazatelem pro vlastníky podniku, neboť poměřuje čistý zisk a vlastní kapitál a vypovídá o tom, zda jim jejich investovaný kapitál přináší dostatečný výnos. Rentabilita vlastního kapitálu je tedy klíčovým kritériem výnosnosti kapitálu.

Pomocí **ukazatele rentability dlouhodobě investovaného kapitálu (*ROCE*)** hodnotí podniky své dlouhodobé investování. Ukazatel je definován jako podíl zisku a součtu vlastního kapitálu s dlouhodobými zdroji.

Ukazatel čistého zisku na akcii (*EPS)* je stanoven jako čistý zisk, který připadá na jednu akcii. Často jej využívají investoři na kapitálových trzích. Ukazatel lze zvýšit zapojením vyššího objemu cizích zdrojů nebo zvýšením zisku při stávající hodnotě vlastního kapitálu. Někdy ale vede snaha o zvýšení hodnoty tohoto ukazatele k účetním podvodům.

K nevýhodám těchto ukazatelů patří, že neodráží riziko použití cizího kapitálu ani riziko podnikání. Je nutné také podotknout, že ukazatele rentability nejsou samy o sobě měřítkem úspěšnosti, neboť při hodnocení výkonnosti je nutné je porovnat s alternativním nákladem kapitálu.

2.3 Moderní metody hodnocení finanční výkonnosti

Moderní metody hodnocení finanční výkonnosti jsou založeny na hodnotově orientovaném řízení. Důvodem jejich vzniku byla kritika a nedostatky účetních ukazatelů, které moderní ukazatele plně odbourávají. Při výpočtu je zohledněn faktor rizika i faktor času a berou se v úvahu veškeré náklady na investovaný kapitál. Podle tohoto přístupu znamená zvyšování výkonnosti zvyšování tvorby hodnoty pro vlastníky. Základním cílem moderních metod je tedy zvýšit hodnotu vložených prostředků vlastníky podniku. Při výpočtu se pracuje s ekonomickým ziskem (tzv. nadziskem), u kterého jsou zohledňovány také alternativní náklady kapitálu, neboli výnos z obětované investiční příležitosti, která je spojena se stejným rizikem jako daný podnik.

Podle Maříka a Maříkové (2005) by měl moderní ekonomický ukazatel splňovat tyto požadavky:

- vykazovat co nejužší vazbu na hodnotu akcií (Shareholder Value),
- umožňovat využití co nejvíce informací a údajů poskytovaných účetnictvím včetně ukazatelů, které jsou na účetních údajích postaveny,

- překonávat dosavadní námitky proti účetním ukazatelům postihujícím finanční efektivnost,
- umožňovat hodnocení výkonnosti a zároveň i ocenění podniků.

Moderní měřítka výkonnosti můžeme rozdělit na *ekonomické* ukazatele a *tržní* ukazatele. *Ekonomické* ukazatele vznikly na základě zjištění, že rentabilita podniku nemusí být plně v souladu s tvorbou hodnoty pro vlastníky. Při využití ekonomických ukazatelů jsou na rozdíl od účetních ukazatelů zohledňovány všechny náklady na investovaný kapitál. Porovnáním těchto nákladů s výnosy je pak možné stanovit hodnotu firmy. Mezi významná ekonomická kritéria patří čistá současná hodnota (*NPV*), ekonomická přidaná hodnota (*EVA*) a rentabilita investic založená na peněžních tocích (*CFROI*).

Pomocí *tržních* ukazatelů je hodnocena výkonnost podniku z pohledu trhu. Tržní ukazatele jsou velmi citlivé na změny akciového trhu a lze pomocí nich odhadnout budoucí tvorbu hodnoty. K významným tržním ukazatelům patří tržní přidaná hodnota (*MVA*) a tržní výnos akciového kapitálu (*TSR*).

2.3.1 Čistá současná hodnota – *NPV (Net Present Value)*

Čistá současná hodnota je vhodným kritériem pro hodnocení efektivnosti jakékoliv investice. Při výpočtu *NPV* lze stanovit velikost vytvořené hodnoty, která je dána rozdílem mezi současnou hodnotou volných peněžních toků a jednorázových výdajů. Výpočet *NPV* lze vyjádřit takto,

$$NPV = \sum_{t=1}^{T} FCF_t \cdot (1+R)^{-t} - JKV\,, \tag{2.1}$$

kde FCF_t jsou volné peněžní toky v jednotlivých letech provozu investice, T je doba životnosti investice, t jsou jednotlivá léta provozu investice, R je náklad kapitálu a JKV jsou jednorázové kapitálové výdaje.

Aby byla v podniku vytvořena tzv. „čistá“ hodnota, tedy přebytek vzniklý odečtením jednorázových výdajů od současné hodnoty příjmů, musí platit, že $NPV > 0$. Čím je hodnota *NPV* větší, tím je daná investice výhodnější a vede k růstu hodnoty podniku. Nulová hodnota ukazatele *NPV* není výhodná ani nevýhodná, neboť nám investice přinese tolik, kolik jsme do ní vložili.

Výhodou této metody je, že vychází z finančních toků, respektuje faktor času a také je možné náklad kapitálu v čase měnit. Za nevýhodu lze považovat poměrně obtížný výpočet, neboť musí být odhadnuty volné finanční toky v budoucnosti a ne vždy jsou k dispozici všechna data potřebná pro stanovení těchto toků.

2.3.2 Ekonomická přidaná hodnota – *EVA (Economic Value Added)*

Ekonomická přidaná hodnota představuje hodnotové měřítko výkonnosti, které bylo vytvořeno v 90. letech 20. století společností Stern Stewart & Co s cílem zaměřit pozornost manažerů podniků na růst hodnoty pro akcionáře.

Ukazatel *EVA* představuje ekonomický zisk, neboli nadzisk, který podnik vytvoří po úhradě všech nákladů na kapitál. U tohoto konceptu nejde jen o to, aby podnik vytvořil zisk, ale aby výnosnost investovaného kapitálu byla větší, než alternativní náklad na kapitál. Není tedy podstatné, jaký výnos byl dosažen, ale zda přesahuje veškeré náklady na kapitál.

Jak uvádí Dluhošová (2004), *EVA* má vysokou vypovídací schopnost, neboť jsou v jejím výpočtu obsaženy hlavní faktory, které ovlivňují výkonnosti podniku, a to:

- velikost kapitálu použitého k podnikové činnosti a jeho strukturu,
- náklady na kapitál,
- efekt dosažený využitím investovaných zdrojů.

K výpočtu *EVA* se využívá účetních i tržních dat, což představuje kombinaci účetního a tržního pohledu na výkonnost podniku.

***EVA* je na bázi provozního zisku (*EVA-Entity*)** stanovena takto,

$$EVA = NOPAT - WACC \cdot C, \tag{2.2}$$

kde *NOPAT* je zisk z operační činnosti podniku po zdanění, *WACC* jsou náklady na celkový kapitál a *C* je kapitál.

NOPAT (Net Operating Profit After Taxes) je zisk po zdanění, který se vztahuje pouze k operační činnosti podniku, přičemž operační činnost je ta část podnikatelské činnosti, která slouží základnímu podnikatelskému účelu. Nelze jej ztotožnit s provozním výsledkem hospodaření podle českých účetních předpisů. Někdy se místo něj v českých firmách používá pro zjednodušení *EBIT*. Jestliže bude *NOPAT* vyšší než náklady na kapitál, bude dosaženo kladné hodnoty *EVA*.

Další možností výpočtu ukazatele je *EVA* na bázi hodnotového rozpětí, které vyjadřuje tzv. ekonomickou rentabilitu, tedy rozdíl mezi rentabilitou podniku a náklady na kapitál. ***EVA* na bázi hodnotového rozpětí *(Value Spread)*** je definována následovně,

$$EVA = (ROC - WACC) \cdot C, \tag{2.3}$$

kde ROC je výnosnost investovaného kapitálu.

Ukazatel EVA lze vymezit také na bázi **zúženého hodnotového rozpětí**, kde se při výpočtu vychází z rentability vlastního kapitálu. Vztah pro výpočet je určen takto,

$$EVA = (ROE - R_E) \cdot E, \tag{2.4}$$

kde ROE je výnosnost vlastního kapitálu, R_E jsou náklady na vlastní kapitál a E je vlastní kapitál.

V tomto případě je důležité, aby byl spread, tzn. rozdíl ROE a R_E kladný, neboť jen tak vynese investice podniku více, než by mu vydělala alternativní investice.

Podle vztahu (2.4) je možné ukazatel EVA vyjádřit analyticky pomocí dílčích finančních ukazatelů. K tomu lze využít následujícího rozkladu ROE,

$$ROE = \frac{EAT}{E} = \frac{EAT}{Tr} \cdot \frac{Tr}{A} \cdot \frac{A}{E}, \tag{2.5}$$

kde $\frac{EAT}{Tr}$ je rentabilita tržeb (ROS), $\frac{Tr}{A}$ je obrat aktiv, $\frac{A}{E}$ je finanční páka, EAT je čistý zisk, Tr jsou tržby, A jsou aktiva a E je vlastní kapitál.

Ukazatel rentability tržeb *(EAT/Tr)* udává, kolik zisku v Kč připadá na 1 Kč tržeb. Využívá se k posouzení rentability tržeb a také k mezipodnikovému srovnání a srovnání v čase. Pro podnik je důležité, aby byla hodnota ukazatele co nejvyšší, neboť jeho nízká úroveň signalizuje chybné řízení podniku. Naopak vysoká úroveň vypovídá o nadprůměrné úrovni podniku.

Ukazatel obratu aktiv *(Tr/A)* vyjadřuje obrat aktiv, tedy intenzitu využití celkového majetku. Slouží k mezipodnikovému srovnávání. Čím je hodnota ukazatele vyšší, tím je majetek efektivněji využíván.

Ukazatel finanční páky *(A/E)*, nebo také majetkový koeficient, vypovídá o tom, v jaké míře podnik využívá pákový efekt financování cizím kapitálem.

Vztah pro výpočet EVA pomocí dílčích finančních ukazatelů pak lze zapsat takto,

$$EVA = \left(\frac{EAT}{Tr} \cdot \frac{Tr}{A} \cdot \frac{A}{E} - R_E \right) \cdot E\,. \tag{2.6}$$

Jinou variantou stanovení hodnoty *EVA* je **relativní hodnotové rozpětí**,

$$EVA / C = ROC - WACC, \tag{2.7}$$

$$EVA / E = ROE - R_E. \tag{2.8}$$

Při hodnocení výkonnosti podniku pomocí ukazatele *EVA* je rozhodujícím kritériem, zda je *EVA* > 0. Pokud je *EVA* kladná, znamená to, že roste hodnota podniku. Záporná hodnota *EVA* signalizuje, že dochází k poklesu hodnoty, avšak nemusí to znamenat, že je podnik ve ztrátě. Jestliže se vedení podniku rozhodne zvýšit hodnotu *EVA,* lze to obecně realizovat třemi způsoby, viz Dluhošová (2004):

1) zvýšením zisku z operační činnosti při konstantních nákladech na kapitál a objemu kapitálu,
2) změnou kapitálové struktury ve prospěch levnějšího cizího kapitálu,
3) snížením investovaného kapitálu a vhodným investováním takto získaných volných finančních prostředků.

Při využití ukazatele *EVA* k hodnocení výkonnosti firmy lze za hlavní výhodu považovat skutečnost, že prostřednictvím *EVA* je kombinován hospodářský výsledek s velikostí rizika, které je spojeno s jeho dosahováním.

EVA je jedním z klíčových ukazatelů. Je využívána v mnoha firmách vyspělých tržních ekonomik, ale také podniky v transformujících se zemích zavádějí tento ukazatel pro sledování jejich výkonnosti. Pomocí tohoto ukazatele lze v podnicích zlepšit úroveň provozní, finanční a investiční činnosti.

Ukazatel *EVA* není pouze měřítkem výkonnosti, ale je možné jej využít také při strategickém řízení. Při určování strategie lze pak jako základní cíl stanovit maximalizaci hodnoty *EVA* a v rámci podniku přijímat takové aktivity, které budou v souladu s tímto cílem a budou přispívat k tvorbě hodnoty podniku. Maximalizace *EVA* by tedy měla být kritériem pro rozhodování o nových investicích, dodavatelích, odběratelích, výrobním programu, distribučních cestách apod.

V neposlední řadě lze koncept *EVA* využít také jako nástroj pro oceňování podniku nebo investičního projektu.

2.3.3 CF z investic – *CFROI (Cash flow Return on Investment)*

Ukazatel *CFROI* je ukazatel výnosnosti investic, jenž byl vytvořen americkou společností HOLT Value Associates. Podstatou ukazatele je výpočet vnitřního výnosového procenta (*IRR – Internal Rate of Return*). *CFROI* tedy představuje výnosnost aktiv celého podniku v podobě vnitřního výnosového procenta, přičemž podnik je chápán jako soubor investičních projektů a každý projekt přináší v době své životnosti peněžní příjmy. „*CFROI* porovnává zdaněné budoucí cash flow upravené o inflaci, které je k dispozici podnikovým investorům s inflačně upravenou hotovostní investicí brutto, vloženou těmito investory do podniku", viz Pavelková a Knápková (2009, s. 93).

CFROI tvoří tyto složky:

1. počáteční investiční výdaj, neboli brutto investiční báze, kterou tvoří odepisovaná a neodepisovaná aktiva,
2. brutto cash flow,
3. předpokládaná doba použití aktiv.

Předpokladem při výpočtu *CFROI* je, že se stávající aktiva v čase nebudou měnit a peněžní toky, které generují tato aktiva, budou po celou životnost konstantní. Ukazatel lze vypočíst dle tohoto vztahu,

$$BIB = \sum_{t=1}^{T} \frac{BCF_t}{(1 + CFROI)^t} + \frac{Neodepisovaná\ aktiva}{(1 + CFROI)^T}, \qquad (2.9)$$

kde *BIB* je brutto investiční báze, BCF_t je brutto cash flow v jednotlivých letech upravené o inflaci, *T* je doba ekonomické životnosti a *t* jsou jednotlivé roky období *T*.

Za výhodu ukazatele lze považovat možnost srovnání výkonnosti podniků v čase, v místě a s různou strukturou aktiv. Z hlediska porovnání jednotlivých podniků či divizí je také přínosem procentní vyjádření. Naopak k nevýhodám patří zejména náročnost úprav, které jsou nezbytné pro výpočet ukazatele.

2.3.4 Tržní přidaná hodnota – *MVA (Market Value Added)*

Ukazatel tržní přidaná hodnota byl vyvinut stejně jako ukazatel *EVA* společností Stern Stewart & Co a je tržním měřítkem výkonnosti podniku. Základním principem *MVA* je hodnocení podniku z pohledu trhu. Pokud je tržní hodnota firmy větší než investovaný kapitál, tzn. $MVA > 0$, vytvořil podnik akcionářskou hodnotu. Tato hodnota je označována jako tržní přidaná hodnota. Pomocí ukazatele *MVA* se tedy hodnotí, zda byla vytvořena akcionářská hodnota.

Tržní přidaná hodnota úzce souvisí s ukazatelem *EVA*, avšak hlavní rozdíl mezi nimi spočívá v tom, že pomocí ukazatele *EVA* se měří výkonnost podniku z hlediska managementu při využití interních informací, zatímco ukazatel *MVA* je ovlivněn kursem akcií a výkonnost je měřena z pohledu trhu. Dlouhodobě by však mělo platit, že podniky s kladnou hodnotou ukazatele *EVA* tvoří hodnotu a tím zvyšují i tržní přidanou hodnotu. V případě, kdy výnosy firmy pokrývají průměrné náklady kapitálu, a firma vykazuje kladnou *EVA*, budou ceny akcií v čase růst. Jestliže naopak náklady kapitálu převyšují výnosy, ceny akcií klesnou, protože nepříznivé očekávání ohledně vývoje *EVA* sníží současnou hodnotu podniku. Obecně by tedy mělo platit, že pokud bude *EVA* kladná, bude kladná také *MVA*. Zároveň platí, že je-li míra výnosnosti vyšší než náklady kapitálu, prodávají se akcie firmy na trhu s prémií, v opačném případě jsou obchodovány s diskontem.

***MVA* na bázi hodnotového rozpětí** je určena tímto vztahem,

$$MVA = MV - C, \tag{2.10}$$

kde *MV* je celková tržní hodnota podniku a *C* je celkový investovaný kapitál.

***MVA* na bázi zúženého hodnotového rozpětí** lze za předpokladu, že se účetní a tržní hodnota dluhu rovnají, vypočíst takto

$$MVA = MVE - BVE, \tag{2.11}$$

kde *MVE* je tržní hodnota vlastního kapitálu a *BVE* je účetní hodnota vlastního kapitálu.

MVA je možné vyjádřit také jako současnou hodnotu (*PV – Present Value*) budoucích *EVA* dle tohoto vztahu,

$$MVA = PV\left(EVA\right) = \sum_{t}^{T} EVA_t \cdot \left(1 + R\right)^{-t}. \tag{2.12}$$

Obecně je ukazatel *MVA* považován za nejpřesnější měřítko bohatství, které podnik vytvořil, protože akciové kursy na efektivním akciovém trhu odráží všechny relevantní dostupné informace.

2.3.5 Tržní výnos akciového kapitálu – *TSR (Total Shareholder Return)*

Ukazatel tržní výnos akciového kapitálu je tržním indikátorem pro vlastníky a je tvořen součtem dividendového výnosu a kapitálového výnosu, který realizují akcionáři koupí akcií. Lze jej vypočíst takto,

$$TSR = \frac{TCA_{t+1} - TCA_t + DIV}{TCA_t}, \tag{2.13}$$

kde TCA_{t+1} je tržní cena akcie v čase $t+1$, TCA_t je tržní cena akcie v čase t a DIV je vyplácená dividenda na akcii.

3 METODY PREDIKCE EKONOMICKÉ PŘIDANÉ HODNOTY

Následující kapitola je zaměřena na predikci ekonomické přidané hodnoty a s tím souvisejících metod a postupů. Kapitola vychází převážně z literatury Dluhošová (2010), Fabian a Kluiber (1998), Hindls, Hronová, Seger a Fischer (2007) a Zmeškal (2004).

Při řízení a predikci výkonnosti nefinanční instituce je nutné řídit finanční toky za delší období (měsíce, čtvrtletí až 2 roky a více), protože jsou více setrvačné a méně citlivé na denní výkyvy rizikových faktorů. U predikce finanční výkonnosti ukazatelem *EVA* je možné použít analytické řešení, avšak vzhledem ke složitosti, rozsáhlosti a nelinearitě složek *EVA* je nezbytné použít simulační metodu.

Jak uvádí Dluhošová (2004), při predikci ukazatele *EVA* je nutné provést několik následujících kroků:

1. stanovit finanční výstupy podniku na bázi *EVA* na dané období,
2. určit rizikové (náhodné) finanční ukazatele a funkci ukazatele *EVA* v závislosti na dílčích ukazatelích,
3. predikovat náhodné finanční ukazatele, přičemž pro predikci do dvou let je možné použít modely založené na Itôově procesu (např. Brownův proces, Mean-reversion procesy),
4. stanovit rozdělení pravděpodobnosti *EVA* analyticky nebo simulací (např. pomocí Choleskeho algoritmu) a vypočíst parametry rozdělení pravděpodobnosti *EVA*,
5. přijmout rozhodnutí a opatření pro řízení rizik, provést změny ve finančním plánu, uplatnit hedgingové strategie apod.

3.1 Náklady na kapitál

Pro stanovení hodnoty ukazatele *EVA* je nezbytné vyčíslit výši nákladů na kapitál. Náklady na kapitál představují minimální míru výnosnosti (vnitřní výnosové procento) kapitálu, jenž musí být firmou dosahována, aby nedošlo k poklesu hodnoty bohatství pro investory. Obecně jsou náklady kapitálu chápány jako náklady na získávání kapitálu podniku. Jak uvádí Dluhošová (2010), na náklady kapitálu lze pohlížet ze dvou hledisek. Z hlediska podniku jsou náklady kapitálu cenou za získaný kapitál. Z pohledu investora se jedná o požadavek na výnosnost, kterou musí firma splňovat, aby neklesla hodnota pro investory.

Náklady kapitálu lze rozdělit na:

a) náklady na celkový kapitál,
b) náklady na cizí kapitál,
c) náklady na vlastní kapitál.

3.1.1 Náklady na celkový kapitál – *WACC (Weighted Average Cost of Capital)*

Náklady na celkový kapitál, nebo také průměrné náklady kapitálu, jsou kombinací nákladů na různé formy kapitálu. Vztah pro výpočet *WACC* je definován takto,

$$WACC = \frac{R_D \cdot (1-d) \cdot D + R_E \cdot E}{D+E}, \tag{3.1}$$

kde R_D jsou náklady na úročený cizí kapitál, d je sazba daně z příjmů, D je úročený cizí kapitál, R_E jsou náklady na vlastní kapitál a E je vlastní kapitál.

3.1.2 Náklady na cizí kapitál

Náklady na cizí kapitál představují úroky, kupónové platby či jiné platby, které musí podnik uhradit věřitelům. Náklady na kapitál získaný formou dluhu mají podobu úroku z dluhu. Jestliže je úrok snížen o daňový štít $(1-d)$, získá podnik úsporu z daní, která vzniká při použití cizího kapitálu. Obecně lze náklad cizího kapitálu vyjádřit takto,

$$R_D = i, \tag{3.2}$$

kde i je úroková sazba z dluhu.

Náklady cizího kapitálu, který podnik získal emisí obligací, se stanoví jako výnos do splatnosti obligace takto,

$$TCO = \sum_{t=1}^{T} c_t \cdot (1+R_D)^{-t} + NH \cdot (1+R_D)^{-T}, \tag{3.3}$$

kde TCO je tržní cena obligace, c_t je kupónová platba v jednotlivých letech, t jsou jednotlivá léta životnosti obligace, NH je nominální hodnota obligace a T je doba do splatnosti obligace.

V podmínkách, kde existují rozvinuté kapitálové trhy, se náklady dluhu odvozují z tržních cen obligací. Jestliže kapitálový trh není dostatečně rozvinutý, stanoví se R_D z úrokových sazeb cizího kapitálu při zohlednění rizika a splatnosti.

3.1.3 Náklady na vlastní kapitál

Náklady vlastního kapitálu bývají vyšší než náklady na kapitál cizí. Důvodem je skutečnost, že nákladové úroky jsou daňově uznatelné a základ pro výpočet daně z příjmů je o tyto úroky snížen. Působí zde tedy daňový štít. Dalším důvodem vyšších nákladů vlastního kapitálu je, že riziko vlastníka, který vkládá své prostředky do podniku na neomezenou dobu a jeho výnos není jistý, je vyšší, než riziko věřitele, který má zajištěný pravidelný výnos bez ohledu na to, v jaké situaci se dlužník nachází.

Náklady na vlastní kapitál můžeme určit pomocí tržních modelů nebo modelů založených na účetních datech. Výběr daného modelu záleží především na dostupnosti dat. Základní modely používané pro stanovení nákladů vlastního kapitálu jsou:

- model oceňování kapitálových aktiv – *CAPM*,
- arbitrážní model oceňování – *APM*,
- dividendový model,
- stavebnicové modely.

Model oceňování kapitálových aktiv – ***CAPM (Capital Asset Pricing Model)*** je jednofaktorový model, kde se pro stanovení nákladů vlastního kapitálu využívá tržní přístup. Je to rovnovážný model oceňování kapitálových aktiv, u kterého je rovnováha určena tak, že mezní sklon očekávaného výnosu a rizika je pro všechny investory stejný. Základem je lineární vztah mezi výnosem aktiva a rizikovým faktorem, kterým je tržní portfolio. Model *CAPM* lze definovat následovně,

$$E(R_E) = R_F + \beta_E \cdot [E(R_M) - R_F], \tag{3.4}$$

kde $E(R_E)$ je očekávaný výnos vlastního kapitálu, R_F je bezriziková sazba, β_E je koeficient citlivosti dodatečného výnosu vlastního kapitálu na dodatečný výnos tržního portfolia a $E(R_M)$ je očekávaný výnos tržního portfolia.

Arbitrážní model oceňování – *APM (Arbitrage Pricing Model)* představuje také tržní přístup pro stanovení nákladů vlastního kapitálu. Jedná se o vícefaktorový model, u kterého je zohledněno více rizikových faktorů. Rovnovážnou podmínkou modelu je nemožnost arbitráže. Model *APM* lze vyjádřit tímto vztahem,

$$E(R_E) = R_F + \sum_j \beta_{E_j} \left[E(R_j) - R_F\right], \tag{3.5}$$

kde β_{E_j} je koeficient citlivosti dodatečného výnosu vlastního kapitálu na dodatečný výnos *j*-tého faktoru a $E(R_j)$ je očekávaný výnos *j*-tého faktoru.

Dividendový model se používá pro oceňování akcií, u kterých je jejich tržní cena dána současnou hodnotou budoucích dividend, které z těchto akcií plynou. Obecně je možné náklady vlastního kapitálu pomocí tohoto modelu vypočíst takto,

$$R_E = \frac{DIV}{tržní\ cena\ akcie}. \tag{3.6}$$

Stavebnicové modely se využívají v případě, kdy není možné použít tržní modely, neboť v ekonomice neexistuje dokonalý kapitálový trh. Obecně jsou tyto modely založeny na součtu výnosnosti bezrizikového aktiva a rizikových prémií.

Stavebnicových metod je celá řada. Jednou z možností je stavebnicový model, který používá Ministerstvo průmyslu a obchodu a který je stále vyvíjen. U tohoto modelu jsou náklady celkového kapitálu nezadlužené firmy ($WACC_U$) stanoveny takto,

$$WACC_U \equiv R_E^U = R_F + R_{podnikatelské} + R_{finstab} + R_{LA}, \tag{3.7}$$

kde R_F je bezriziková úroková míra, $R_{podnikatelské}$ je riziková přirážka za obchodní podnikatelské riziko, $R_{finstab}$ je riziková přirážka za riziko vyplývající z finanční stability a R_{LA} je riziková přirážka za velikost podniku.

V souladu s modelem Miller-Modigliani II jsou náklady celkového kapitálu zadlužené firmy definovány následovně,

$$WACC_L = WACC_U \cdot \left(1 - \frac{D}{A} \cdot d\right), \tag{3.8}$$

a náklady na vlastní kapitál takto,

$$R_E = \frac{WACC_U \cdot \frac{UZ}{A} - \frac{EAT}{Z} \cdot UM \cdot \left(\frac{UZ}{A} - \frac{E}{A}\right)}{\frac{E}{A}}, \tag{3.9}$$

kde $UZ = E+BU+OBL$ jsou úplatné zdroje, BU jsou bankovní úvěry, OBL jsou obligace, Z je hrubý zisk, $\frac{EAT}{Z}$ je daňová redukce a UM je úroková míra.

Pro výpočet $WACC$ je nutné stanovit bezrizikovou úrokovou míru a rizikové přirážky. **Bezriziková úroková míra (R_F)** je dána výnosem desetiletých státních dluhopisů.

K výpočtu **rizikové přirážky charakterizující produkční sílu ($R_{podnikatelské}$)** se používá ukazatel $\frac{EBIT}{A}$, který se porovnává s ukazatelem $X1$, jenž vyjadřuje nahrazení úplatného cizího kapitálu vlastním kapitálem. Ukazatel $X1$ je definován takto,

$$X1 = \frac{UZ}{A} \cdot UM. \tag{3.10}$$

Riziková přirážka je stanovena tak, že je-li $\frac{EBIT}{A} > X1$, pak $R_{podnikatelské}$ = min $R_{podnikatelské\_odvětví}$. Pokud $\frac{EBIT}{A} < 0$, pak $R_{podnikatelské}$ = 10 %. Jestliže $0 \leq \frac{EBIT}{A} \leq X1$, pak $R_{podnikatelské} = \left(\frac{X1 - EBIT / A}{X1}\right)^2 \cdot 0{,}1$.

Při výpočtu **rizikové přirážky za riziko vyplývající z finanční stability ($R_{finstab}$)** se vychází z ukazatele celkové likvidity, který se vypočítá jako,

$$L3 = \frac{OA}{KZ + BU\ a\ výpomoci - DBU}, \tag{3.11}$$

kde OA jsou oběžná aktiva, KZ jsou krátkodobé závazky a DBU jsou dlouhodobé bankovní úvěry.

Dále jsou určeny mezní hodnoty likvidity $XL1$ a $XL2$. Doporučené hodnoty pro podniky jsou $XL1=1$ a $XL2=2{,}5$. Platí, že je-li $L3 \leq XL1$, pak $R_{finstab}$ =10 %, je-li

$L3 \geq XL2$, pak $R_{finstab}$ = 0 %. Jestliže $XL1 < L3 <$ XL2, stanoví se $R_{finstab}$ takto, $R_{finstab} = \left(\frac{XL2 - L3}{XL2 - XL1} \right)^2 \cdot 0{,}1$.

Riziková přirážka charakterizující velikost podniku (R_{LA}) je určena tak, že pokud jsou $UZ \geq 3$ mld. Kč, je $R_{LA} = 0$ %. Jsou-li $UZ \leq 0{,}1$ mld. Kč, pak $R_{LA} = 5$ %. Jestliže platí, 0,1 mld. Kč < UZ < 3 mld. Kč, pak se pro výpočet využije tento vzorec, $R_{LA} = \frac{(3\ mld.\ Kč - UZ)^2}{168{,}2}$.

3.2 Stochastické procesy simulace náhodného vývoje finančních veličin

Finanční aktiva se vyznačují tím, že se v čase vyvíjí náhodně. Tento průběh, kdy se hodnota proměnné v čase mění náhodně, je označován jako stochastický proces. Stochastický (náhodný) proces můžeme definovat diskrétně nebo spojitě. U diskrétního stochastického procesu se může hodnota proměnné změnit pouze v určitém časovém bodě, zatímco spojitý stochastický proces vyjadřuje změnu v jakémkoliv čase. Stochastický proces lze tedy využít diskrétně s aplikacemi při simulacích nebo spojitě s využitím převážně u analytického řešení.

Aby bylo možné simulovat náhodný vývoj dané veličiny, je nutné stanovit, podle kterého procesu se bude vyvíjet. Stochastické procesy lze rozdělit na obecné procesy a mean-reversion procesy.

3.2.1 Obecné procesy

Mezi nejznámější obecné procesy můžeme zařadit Wienerův proces, Itôův proces a Brownův proces.

Wienerův proces

Wienerův proces, označovaný také jako specifický Wienerův proces, představuje základní prvek ostatních procesů, neboť je v nich obsažen. Je založen na dvou předpokladech:

- sleduje Markovův proces,
- změny cen v čase jsou nezávislé.

Jak uvádí Hull (2006), Markovův proces je speciální typ stochastického procesu, u kterého je pouze aktuální hodnota proměnné relevantní pro predikci budoucího vývoje. Historický vývoj proměnné a způsob dosažení současné hodnoty tedy není podstatný.

Wienerův proces nevyjadřuje trend, pouze náhodnou složku, a je definován následovně,

$$\tilde{z}_t - z_0 \equiv dz = \tilde{z} \cdot \sqrt{dt}, \tag{3.12}$$

kde $\tilde{z}$ je náhodná proměnná z normovaného normálního rozdělení N (0;1), $\tilde{z}_t$ je náhodná veličina v čase *t*, z_0 je výchozí veličina, *dz* je přírůstek náhodné veličiny v čase a *dt* je časový interval.

Střední hodnotu, rozptyl a směrodatnou odchylku je možné vyjádřit takto,

$$E(dz) = 0, \qquad \mathrm{var}(dz) = t, \qquad \sigma(dz) = \sqrt{t}\,.$$

V případě, že počítáme vývoj proměnné v čase za několik intervalů, je možné použít tento vztah,

$$\tilde{z}_T - z_0 = \sum_{i=1}^{n} \tilde{z}_i \cdot \sqrt{dt}, \tag{3.13}$$

z čehož lze odvodit střední hodnotu, rozptyl a směrodatnou odchylku,

$$E(\tilde{z}_T) = 0, \qquad \mathrm{var}(\tilde{z}_T) = n \cdot dt, \qquad \sigma(\tilde{z}_T) = \sqrt{T}.$$

Itôův proces

Itôův proces je stochastický proces, v němž jsou zahrnuty Wienerovy a Brownovy procesy. Proces má dvě složky - trend a náhodnou složku (reziduální odchylku). Je definován takto,

$$dx = a(x;t) \cdot dt + b(x;t) \cdot dz, \tag{3.14}$$

$$dx = trend + náhodná\ složka, \tag{3.15}$$

kde *x* je proměnná, $a(\cdot)$ je přírůstek, $b(\cdot)$ je směrodatná odchylka změny proměnné, *dt* je časový interval a *dz* je Wienerův proces, přičemž $a(x;t) \cdot dt$ vyjadřuje trendovou složku a $b(x;t)$ představuje náhodnou složku.

Brownův proces

Brownův proces je také jedním z obecných typů stochastických procesů. Lze jej vyjádřit v aritmetické a geometrické podobě. **Aritmetický Brownův proces**, nazývaný také jako zobecněný Wienerův proces, je dán tímto vztahem,

$$dx = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz\text{,} \tag{3.16}$$

kde *dx* je přírůstek hodnoty, α je výnos aktiva, *dt* je časový interval, σ je směrodatná odchylka, *dz* je náhodná složka vyjádřena Wienerovým procesem, $\alpha \cdot dt$ představuje trend a $\sigma \cdot dz$ vyjadřuje reziduální odchylku.

Ze vzorce (3.16) vyplývá, že se jedná o Itôův proces s parametry konstantními a nezávislými na ostatních proměnných. Aritmetický Brownův proces má lineární trend a směrodatná odchylka se s časem zvětšuje. Střední hodnotu a rozptyl lze vyjádřit takto,

$$E(dx) = \alpha \cdot dt, \quad \operatorname{var}(dx) = \sigma^2 \cdot dt, \quad E(x_T) = x_0 + \alpha \cdot T, \quad \operatorname{var}(x_T) = \sigma^2 \cdot T,$$

kde $E(dx)$ je střední hodnota přírůstku za časový interval, $\operatorname{var}(dx)$ je rozptyl přírůstku za časový interval, $E(x_T)$ je očekávaná hodnota v čase *T*, $\operatorname{var}(x_T)$ je rozptyl očekávané hodnoty v čase *T*.

Geometrický Brownův proces je často využíván ve finančním modelování a je pro něj charakteristické, že se hodnota proměnné vyvíjí exponenciálně, tedy že má exponenciální trend, blíže Zmeškal (2004). Proces je obvykle využíván pro vyjádření výnosu akcií a je definován následovně,

$$dx = \alpha \cdot x \cdot dt + \sigma \cdot x \cdot dz, \tag{3.17}$$

po úpravě tedy,

$$\frac{dx}{x} = \alpha \cdot dt + \sigma \cdot dz, \tag{3.18}$$

kde α představuje výnos a σ je směrodatná odchylka.

Opět je možné vyjádřit střední hodnoty a rozptyly,

$$E(dx) = \alpha \cdot dt, \qquad \operatorname{var}(dx) = \sigma^2 \cdot dt,$$
$$E(x_T) = x_0 + x_0 \cdot \alpha \cdot T, \qquad \operatorname{var}(x_T) = x_0 + x_0 \cdot \sigma^2 \cdot T.$$

3.2.2 Mean-reversion procesy

Mean-reversion procesy jsou stochastické procesy, u nichž je možné pozorovat tendenci návratu náhodné veličiny k dlouhodobým rovnovážným hodnotám. Tyto procesy se využívají zejména při modelování úrokových sazeb, ale také cen komodit, finančních ukazatelů apod. V modelech se zpravidla vyskytuje parametr pro dlouhodobou rovnováhu a rychlost přibližování k dlouhodobé rovnováze. Jak uvádí Zmeškal (2004), všechny tyto procesy spadají do obecné kategorie Itôova procesu a obsahují specifický Wienerův proces. Můžeme zde zařadit Vašíčkův model, Cox-Ingersoll-Rossův model, Ho-Leeův model, Hull-Whiteův model a další.

Vašíčkův model

Vašíčkův model nese název po svém tvůrci Oldřichu Vašíčkovi, který jej publikoval v roce 1977 v časopise „Journal of Financial Economics". Vašíčkův model je založen na zachování empiricky zjištěné vlastnosti úrokových sazeb, tedy návratu k dlouhodobé rovnováze. Vašíkův model je možné vyjádřit v aritmetickém a geometrickém tvaru. Pro **aritmetický Vašíčkův model** je stochastický proces definován následovně,

$$dr_t = a \cdot (b - r_{t-1}) \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z} \,, \tag{3.19}$$

geometrický Vašíčkův model má tento tvar,

$$\frac{dr_t}{r_{t-1}} = a \cdot (b - r_{t-1}) \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z} \,, \tag{3.20}$$

kde dr_t je změna úrokové sazby v čase t oproti času t-1, r_{t-1} je úroková sazba v čase t-1, přičemž r_t má normální rozdělení, a je parametr rychlosti přibližování k dlouhodobé rovnováze (čím je menší, tím je rychlost menší), b je hodnota dlouhodobé rovnováhy, ke které se úrokové sazby vracejí, σ je směrodatná odchylka výnosu úrokových sazeb, $d\tilde{z}$ je náhodná složka a $\sigma \cdot d\tilde{z}$ je náhodná reziduální odchylka výnosu.

Vašíčkův model je možné použít také pro simulaci náhodného vývoje finančních ukazatelů. Pro tyto účely se vzorec pro odhad úrokových sazeb upraví tak, že se za úrokovou sazbu dosadí finanční ukazatel. Vztah pro odhad finančních ukazatelů vypadá takto,

$$dx_t = a \cdot (b - x_{t-1}) \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z} \,, \tag{3.21}$$

nebo

$$\frac{dx_t}{x_{t-1}} = a \cdot (b - x_{t-1}) \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z}, \tag{3.22}$$

kde dx je změna ukazatele v čase t oproti času t-1 a x_{t-1} je hodnota ukazatele v čase t-1.

Výše uvedené vzorce je možné rozdělit na dvě části. První část $a \cdot (b - x_{t-1}) \cdot dt$ představuje trend, tedy očekávanou střední hodnotu ukazatele. Druhá část $\sigma \cdot d\tilde{z}$, kde $d\tilde{z} = \tilde{z} \cdot \sqrt{\Delta t}$ a $\tilde{z}$ je náhodná veličina z normovaného normálního rozdělení, vyjadřuje reziduální odchylku.

Očekávanou střední hodnotu ukazatele lze vypočíst dle tohoto vztahu,

$$E(x_t) = x_{t-1} + a \cdot (b - x_{t-1}) \cdot dt, \tag{3.23}$$

Pokud chceme, aby byl simulovaný vývoj finančního ukazatele stochastický, je třeba k vzorci (3.23) přičíst náhodnou složku (reziduální odchylku),

$$E(x_t) = x_{t-1} + a \cdot (b - x_{t-1}) \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z} \tag{3.24}$$

Statistický odhad pro Vašíčkův model

Klíčovým krokem při simulaci vývoje daných veličin je statistický odhad parametrů náhodného procesu. U Vašíčkova procesu lze k tomuto účelu využít metodu maximální věrohodnosti, metodu momentů a metodu nejmenších čtverců (MNČ). V této práci se při odhadu parametrů pracuje s jednoduchým lineárním regresním modelem a k odhadu regresních parametrů je aplikována metoda nejmenších čtverců.

Pomocí regresní analýzy lze zjistit, jakým způsobem ovlivňují jedna nebo více nezávislých proměnných hodnotu jedné závislé proměnné. Jednoduchý lineární regresní model je takový model, kdy vysvětlovaná proměnná Y je lineárně závislá na vysvětlující proměnné X. Nejčastěji používaným typem regresní funkce je přímková regrese, která má tento tvar,

$$Y = \beta_0 + \beta_1 \cdot X + \varepsilon, \tag{3.25}$$

kde Y je závislá proměnná, β_0 a β_1 jsou regresní parametry modelu, přičemž β_0 je úrovňová konstanta, X je vysvětlující (nezávisle) proměnná a ε je náhodná složka.

K odhadu regresních parametrů β_0 a β_1 lze použít metodu nejmenších čtverců. Principem MNČ je minimalizovat součet čtverců reziduí, které vyjadřují odchylku skutečné hodnoty od hodnoty vytvořené regresí. Hlavním kritériem je tedy požadavek, aby součet čtverců odchylek (reziduí) byl minimální, tedy aby platilo, že

$$\min \sum_{i=1}^{n} \varepsilon_i^2 = \min \sum_{i=1}^{n} \left(y_i - Y_i \right)^2 \tag{3.26}$$

kde ε_i je reziduum, y_i jsou historické hodnoty a Y_i jsou hodnoty vyrovnané regresí.

Při použití metody nejmenších čtverců je nutné pro odhad parametrů modelu zavést substituci. Nejprve je provedena transformace Vašíčkova modelu na lineární tvar,

$$dx_t = \hat{\alpha} + \hat{\beta} \cdot x_{t-1} + \varepsilon, \tag{3.27}$$

kde $\hat{\alpha} = a \cdot b \cdot dt$, $\hat{\beta} = -a \cdot dt$, $\varepsilon = \Delta x - \left(\hat{\alpha} + \hat{\beta} \cdot x_{t-1} \right)$.

Následně se metodou nejmenších čtverců odhadnou regresních parametry modelu β_0 a β_1, tedy $\hat{\alpha}$ a $\hat{\beta}$, a zpětně se dopočtou původní parametry,

$$a = \frac{-\hat{\beta}}{dt}, \tag{3.28}$$

$$b = \frac{\hat{\alpha}}{a \cdot dt}, \tag{3.29}$$

$$\sigma = \frac{\hat{\sigma}}{dt} = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_t \varepsilon_t^2}}{\sqrt{dt}}. \tag{3.30}$$

Nevýhodou Vašíčkova modelu je, že mohou vycházet záporné hodnoty, což není vždy realistické, a proto byl model modifikován CIR modelem.

Cox-Ingersoll-Rossův (CIR) model

Tvůrci tohoto modelu se snažili odstranit problém se zápornými úrokovými sazbami. CIR proces je proto obdobný jako Vašíkův proces, ale v náhodné složce je zavedena druhá odmocnina úrokové sazby, čímž je znemožněna existence záporných úrokových sazeb. CIR model lze zapsat takto,

$$dr = a \cdot (b - r) \cdot dt + \sigma \cdot \sqrt{r} \cdot d\tilde{z}. \tag{3.31}$$

Výhodou modelu je skutečnost, že úrokové sazby nemohou nabývat záporných hodnot a jeho relativní jednoduchost.

Ho-Leeův model

Ho-Leeův model je ve své spojité verzi definován následovně,

$$dr = \theta(t) \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z}, \tag{3.32}$$

kde funkce $\theta(t)$je stanovena tak, aby výsledná křivka budoucích výnosů odpovídala běžné termínové struktuře.

Nevýhodou modelu je, že sazba $r(t)$ může být pro některá *t* záporná.

Hull-Whiteův (HW) model

Hull-Whiteův model je v podstatě modifikovaný Ho-Leeův model, u kterého se navíc vyskytuje dlouhodobá úroková sazba. HW model je arbitrážní model úrokových sazeb, který je kalibrován, aby spotové a forwardové výnosové křivky byly v souladu. Model je možné vyjádřit tímto vztahem,

$$dr = [\theta(t) - a \cdot r] \cdot dt + \sigma \cdot d\tilde{z}, \tag{3.33}$$

kde $\theta(t)$ odpovídá forwardovým sazbám.

3.3 Testy statistické významnosti

Před aplikací vybraného modelu pro predikci se musí nejprve ověřit, zda je tento model významný. Pro testování statistické významnosti se používají dva základní statistické modely, a to *t*-test a *F*-test. *T*-test se využívá pro testování koeficientů, pomocí *F*-testu se ověřuje statistická významnost celého modelu.

3.3.1 *T*-test

T-test se využívá k ověření statistické významnosti jednotlivých koeficientů. Test se provádí prostřednictvím *t*-statistiky, která má Studentovo rozdělení pravděpodobnosti a *df*-stupňů volnosti (tj. počet pozorování mínus počet regresních parametrů v regresním modelu),

$$t_{vyp} = \frac{\hat{\beta}_i - 0}{\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_i}} \approx t_{df}, \tag{3.34}$$

kde t_{vyp} je vypočtená hodnota *t*-statistiky, $\hat{\beta}_i$ je odhadovaný koeficient, $\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_i}$ je odhad směrodatné odchylky koeficientu $\hat{\beta}_i$.

U *t*-testu je nutné stanovit nulovou (H_0) a alternativní hypotézu (H_A). Předpokladem nulové hypotézy je, že jsou koeficienty nulové a tedy statisticky nevýznamné. Naopak předpokladem alternativní hypotézy je, že jsou koeficienty statisticky významné. Formulace hypotéz vypadá takto,

- nulová hypotéza: $H_0 : \hat{\beta}_i = 0$,
- alternativní hypotéza: $H_A : \hat{\beta}_i \neq 0$.

Po stanovení hypotéz následuje vyhodnocení testu, u kterého se porovnává vypočtená hodnota s kritickou hodnotou. Vypočtená hodnota - *t*-statistika (t^{vyp}), odpovídá odhadované hodnotě parametru $\hat{\beta}_i$ a pomocí kritické hodnoty (t^{krit}) je stanoven percentil *t*-statistiky na dané hladině významnosti α. Vztah pro výpočet těchto dvou hodnot lze zapsat takto,

$$t_{df}^{vyp} = \frac{\hat{\beta}_i}{\hat{\sigma}_{\hat{\beta}_i}}, \tag{3.35}$$

$$t_{\alpha/2,df}^{krit} = ST_{df}^{-1}(\alpha/2), \tag{3.36}$$

kde *ST* je distribuční funkce Studentova rozdělení, $ST_{\alpha/2,df}^{-1}$ je inverzní funkce (kvantil) distribuční funkce Studentova rozdělení na hladině pravděpodobnosti $\alpha/2$ a stupňů volnosti *df*.

Další možností jak vyhodnotit *t*-test je porovnání *Hodnoty P,* která určuje oboustrannou pravděpodobnost dosažení hodnoty t^{vyp}, s hladinou významnosti α, přičemž *Hodnota P s*e stanoví následovně,

$$Hodnota\ P_{df} = \alpha^{vyp} = ST_{df}\left(t_{df}^{vyp}\right)\cdot 2\,, \tag{3.37}$$

kde ST_{df} je distribuční funkce Studentova rozdělení s df stupni volnosti.

Rozhodovací pravidlo pro oboustranný t-test lze formulovat dvěma způsoby, přičemž pro zamítnutí nulové hypotézy platí tato rozhodovací pravidla,

pokud $\left|t_{df}^{vyp}\right| > t_{\alpha/2,df}^{krit}$, pak se H_0 zamítá,

pokud $Hodnota\ \ P_{df} < \alpha,$ pak se H_0 zamítá.

Při zamítnutí nulové hypotézy je přijata alternativní hypotéza, což znamená, že daný koeficient leží v kritické oblasti, je statisticky významný a měl by být zařazen do odhadovaného modelu.

Aby byla nulová hypotéza přijata, musí platit, že

$\left|t_{df}^{vyp}\right| \le t_{\alpha/2,df}^{krit}$ nebo

$Hodnota\ P_{df} \ge \alpha.$

Přijetí nulové hypotézy znamená, že daný koeficient $\hat{\beta}_i$ je nulový, statisticky nevýznamný a neměl by být zařazen do modelu.

3.3.2 *F*-test

F-test se využívá pro testování statistické významnosti modelu jako celku. Předpokladem testu je F-statistika, která má Fisherovo rozdělení pravděpodobnosti,

$$F = \frac{ESS\,/\,df_{ESS}}{RSS\,/\,df_{RSS}} = \frac{MS_{ESS}}{MS_{RSS}}, \tag{3.38}$$

kde ESS je rozptyl vysvětlený regresí, RSS je rozptyl přiřazený reziduálnímu rozptylu nevysvětlenému regresí, MS_{ESS} je průměrný vysvětlený rozptyl, MS_{RSS} je průměrný reziduální rozptyl, df_{ESS} a df_{RSS} jsou stupně volnosti přiřazené rozptylům, přičemž $df_{ESS} = k+1$ a $df_{RSS} = T-(k+1)$, kde k je počet nezávislých proměnných a jednička je přičtena, protože stupeň volnosti ovlivňuje i úrovňová konstanta, pokud je v modelu zahrnuta, viz Zmeškal (2004).

F-test je založen na stejném principu jako t-test. Nejprve jsou stanoveny hypotézy, které vypadají následovně,

- nulová hypotéza: $H_0 : \hat{\beta}_0 = \hat{\beta}_1 = \hat{\beta}_2 = 0,$
- alternativní hypotéza: $H_A : \hat{\beta}_0 \neq 0$ nebo $\hat{\beta}_1 \neq 0$ nebo $\hat{\beta}_2 \neq 0.$

Následně je provedeno vyhodnocení, kde se opět porovnává hodnota vypočtené statistiky (F^{vyp}) s kritickou hodnotou (F^{krit}), které jsou určeny tímto vztahem,

$$F^{vyp}_{df_{ESS}, df_{RSS}} = \frac{MS_{ESS}}{MS_{RSS}}, \tag{3.39}$$

$$F^{krit}_{\alpha, df_{ESS}, df_{RSS}} = FISH^{-1}_{df_{ESS}, df_{RSS}}(\alpha), \tag{3.40}$$

kde *FISH* je distribuční funkce Fisherova rozdělení, $FISH^{-1}_{df_{ESS}, df_{RSS}}$ je inverzní funkce (kvantil) distribuční funkce Fisherova rozdělení na hladině pravděpodobnosti α a stupni volnosti df_{ESS} *a* df_{RSS} přirazených uvedeným rozptylům.

Hodnota P je stanovena takto,

$$Hodnota\ P_{df_{ESS}, df_{RSS}} = \alpha^{vyp} = FISH_{df_{ESS}, df_{RSS}}\left(F^{vyp}\right), \tag{3.41}$$

kde $FISH_{df_{ESS}, df_{RSS}}$ je distribuční funkce Fisherova rozdělení s df_{ESS} a df_{RSS} stupni volnosti přiřazených uvedeným rozptylům.

Rozhodovací pravidlo pro jednostranný *F*-test lze opět vyjádřit dvěma způsoby. Zamítnutí nulové hypotézy lze ověřit takto,

pokud $F^{vyp}_{df_{ESS}, df_{RSS}} > F^{krit}_{\alpha, df_{ESS}, df_{RSS}}$, pak se H_0 zamítá,

pokud $Hodnota\ P_{df_{ESS}, df_{RSS}} < \alpha$, pak se H_0 zamítá.

Pokud je nulová hypotéza zamítnuta, přijímá se alternativní hypotéza, čímž je potvrzena statistická významnost modelu.

Přijetí nulové hypotézy znamená, že je model statisticky nevýznamný a musí platit, že

$F^{vyp}_{df_{ESS}, df_{RSS}} \leq F^{krit}_{\alpha, df_{ESS}, df_{RSS}}$ nebo

$Hodnota\ P_{df_{ESS}, df_{RSS}} \geq \alpha.$

3.4 Normální rozdělení pravděpodobnosti

Pro simulaci náhodného vývoje určitých veličin je nutné znát rozdělení pravděpodobnosti. Nejdůležitějším pravděpodobnostním rozdělením je normální rozdělení, neboť slouží jako pravděpodobnostní model chování u mnoha náhodných jevů v technice, přírodních vědách i v ekonomii.

Jak uvádí Hindls a kol. (2007), obecně je normální rozdělení vhodným pravděpodobnostním modelem, pokud na kolísání náhodné veličiny působí velké množství nepatrných a vzájemně nezávislých jevů. Normální rozdělení je také důležité pro aplikaci mnoha statistických metod a lze pomocí něj aproximovat spoustu jiných spojitých a nespojitých rozdělení. U normálního rozdělení pravděpodobnosti se rozlišuje obecné normální rozložení a normované normální rozložení.

3.4.1 Obecné normální rozdělení

Obecné normální rozdělení se symbolicky označuje jako $\mathrm{N}(\mu;\sigma^2)$. Má dva parametry, kterými jsou střední hodnota náhodné veličiny x (μ) a rozptyl náhodné veličiny x (σ^2). Pomocí střední hodnoty a rozptylu je stanoven střed rozložení a rozptýlení hodnot kolem středu.

Funkce hustoty je definována takto,

$$f(x)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, \quad x\in(-\infty;+\infty). \tag{3.42}$$

Grafickým vyjádřením hustoty pravděpodobnosti je tzv. Gaussova křivka, která má zvonovitý tvar a nabývá maxima v bodě $x=\mu$ a při $x\to\pm\infty$ se asymptoticky přibližuje k ose x.

Distribuční funkce má tento tvar,

$$F(x)=\int_{-\infty}^{X}\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}\cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2}dt, \quad x\in(-\infty;+\infty). \tag{3.43}$$

Grafem distribuční funkce je Laplaceova křivka.

3.4.2 Normované normální rozdělení

Normované normální rozdělení je zvláštním typem obecného normálního rozdělení, kdy $\mu = 0$ a $\sigma^2 = 1$. Toto rozdělení se proto symbolicky označuje N (0;1). Náhodná veličina (z) má normované normální rozdělení, je-li její hustota definována takto,

$$\varphi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}z^2}, \quad z \in (-\infty; +\infty), \tag{3.44}$$

a distribuční funkce takto,

$$\Phi(z) = \int_{-\infty}^{Z} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}t^2} dt, \quad z \in (-\infty; +\infty). \tag{3.45}$$

3.5 Korelace a kovariance

Korelace vypovídá o stupni závislosti dvou náhodných veličin a je vyjádřena koeficientem korelace. Hodnota koeficientu korelace se může pohybovat od -1 do +1. Jestliže je koeficient roven 1, existuje mezi veličinami pozitivní závislost a chovají se naprosto stejně. Pokud má korelace hodnotu -1, jedná se o negativní závislost. U nulové korelace neexistuje vzájemný vztah. Koeficient korelace ρ_{xy} má tento tvar,

$$\rho_{xy} = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}, \tag{3.46}$$

kde σ_{xy} je kovariance mezi náhodnými veličinami x a y, σ_x je směrodatná odchylka veličiny x a σ_y je směrodatná odchylka veličiny y.

Pomocí *kovariance* je vyjádřen vzájemný vztah mezi dvěma veličinami. Kovariance je definována jako střední hodnota součinu odchylek náhodných veličin x a y od jejich střední hodnoty. Může nabývat hodnot od -∞ do +∞. Pokud je rovna 0, neexistuje mezi náhodnými veličinami statistická závislost, reagují tedy náhodně. Pokud se hodnota pohybuje v intervalu (0; +∞), pak existuje mezi veličinami vysoká závislost a na změny reagují stejně. Jestliže je kovariance záporná, pak je možné sledovat inverzní chování, tedy pokud jedna veličina roste, druhá klesá. Kovariance je definována takto,

$$\sigma_{xy} = \frac{1}{N}[x - E(x)] \cdot [y - E(y)], \tag{3.47}$$

kde x a y jsou náhodné veličiny, $E(x)$je střední hodnota x, $E(y)$ je střední hodnota y a N je počet náhodných veličin.

Pro náhodné veličiny je možné sestrojit kovarianční a korelační matici. Při konstrukci kovarianční matice platí, že na hlavní diagonále leží rozptyly jednotlivých veličin, u korelační matice leží na diagonále jedničky.

3.6 Choleskeho algoritmus

Při predikci vývoje ukazatele, který je tvořen dílčími finančními ukazateli, je nutné vzít v úvahu, že mezi rezidui náhodných procesů jednotlivých ukazatelů existuje statistická závislost. To je možné provést generováním náhodného vektoru prvotních faktorů ($\tilde{z}$) podle Choleskeho algoritmu dle tohoto vzorce,

$$\vec{z}^T = \vec{e}^T \cdot P, \tag{3.48}$$

kde $\vec{e}$ je vektor nezávislých proměnných z rozdělení N (0;1), P je horní trojúhelníková matice odvozená z kovarianční matice C.

Mezi horní trojúhelníkovou maticí a kovarianční maticí existuje tento vztah,

$$C = P \cdot P^T, \tag{3.49}$$

$$\begin{pmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1j} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{i1} & \sigma_{i2} & \cdots & \sigma_{ij} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_{11}^2 & p_{11} \cdot p_{12} & \cdots & p_{11} \cdot p_{1j} \\ p_{11} \cdot p_{12} & p_{12}^2 \cdot p_{22}^2 & \cdots & p_{12} \cdot p_{1j} + p_{22} \cdot p_{2j} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{11} \cdot p_{1j} & p_{12} \cdot p_{1j} + p_{22} \cdot p_{2j} & \cdots & \sum p_{ij}^2 \end{pmatrix},$$

kde P^T je transformovaná horní trojúhelníková matice, σ_{ij} jsou prvky kovarianční matice a p_{ij} jsou prvky matice P.

Horní trojúhelníkovou matici lze sestavit dle těchto pravidel,

$$p_{ii} = \left(\sigma_{ii} - \sum_{k=1}^{i-1} p_{ik}^2 \right)^{\frac{1}{2}}, \qquad \text{pro } i = 1,2,...N, \tag{3.50}$$

$$p_{ij} = \left(\sigma_{ij} - \sum_{k=1}^{i-1} p_{ki} \cdot p_{kj} \right) \cdot p_{ii}^{-1}, \qquad \text{pro } 1 \le i < j \le N, \tag{3.51}$$

$$p_{1j} = \sigma_{1j} \cdot (\sigma_{11})^{-\frac{1}{2}}, \qquad \text{pro } j = 1,2,...N, \tag{3.52}$$

$$p_{ij} = 0, \qquad \text{pro } i > j; i, j = 1,2,...N. \tag{3.53}$$

3.7 Metoda Monte Carlo

K simulaci vývoje ukazatele *EVA* je možné použít metodu Monte Carlo. Metoda Monte Carlo je simulační metoda, která má dnes více než šedesátiletou historii. Poprvé byla použita za druhé světové války významnými vědci Johnem von Neumannem a Stanislavem Ulamem ve Spojených státech amerických při výzkumu chování neutronů.

Hlavním důvodem vzniku metody byly požadavky kladené na řešení složitých problémů z různých oborů. Metoda byla nejprve využívána pro řešení fyzikálních úloh, avšak s rozvojem teorie modelování byla postupem času aplikována také k řešení technických, ekonomických, přírodovědeckých a dalších problémů.

Metoda Monte Carlo, nebo také metoda statistických pokusů, začala nabývat na významu zejména s rozvojem výpočetní techniky, přičemž efektivnost a užitečnost této metody je dána právě úrovní výpočetní techniky, kterou máme k dispozici. Dnes, při současném výkonu počítačů, jsou výsledky získány za velmi krátkou dobu.

Obecně jsou simulační metody založeny na řešení numerické úlohy pomocí mnohočetného opakování náhodných pokusů při využití pravděpodobnosti, statistiky, matematické analýzy a hlavně výpočetní techniky.

Podstatou metody Monte Carlo je teorie pravděpodobnosti a matematická statistika. Metodou Monte Carlo se pak rozumí všechny postupy při řešení různých problémů, které se provádějí pomocí mnohokrát opakovaných náhodných pokusů. Metodu lze použít tam, kde řešení daného problému závisí na pravděpodobnosti a jedná se o takové problémy, u kterých by vytvoření explicitního algoritmu řešení bylo složité, ne-li nemožné. Výhodou metody je, že při řešení problémů různého charakteru lze aplikovat jeden pravděpodobnostní model a pro jednu konkrétní úlohu je možné použít mnoho simulačních schémat. (Fabian a Kluiber, 1998).

Úspěšnost a efektivnost použití metody Monte Carlo je dána také úspěšným uspořádáním náhodného pokusu v rámci simulace, což záleží na systému náhodných čísel, která jsou k výpočtu použita. Jak uvádí Fabian a Kluiber (1998), úspěch celého výpočtu metodou Monte Carlo na počítači je určen v podstatě třemi základními faktory:

- kvalitou generátoru náhodných, resp. pseudonáhodných čísel,

- výběrem racionálního algoritmu výpočtu,
- kontrolou přesnosti získaného výsledku.

3.8 Value at Risk

Value at Risk je rozvinutá a v praxi běžně využívaná metoda, která se používá k eliminaci potenciálních velkých ztrát. Pojem *Value at Risk* (*VaR*) představuje hodnotu predikované ztráty na určité hladině rizika (pravděpodobnosti) za daný časový horizontu. *VaR* tedy znamená hodnotu ztráty, která představuje úroveň rizika

Zmeškal (2004) uvádí, že pro stanovení hodnoty *VaR* je hlavním předpokladem úvaha, aby se pravděpodobnost, že zisk ($\Delta\widetilde{\Pi}$) z portfolia aktiv bude menší, než předem stanovená hladina zisku (*ZISK*), rovnala určené hladině pravděpodobnosti (α). Při výpočtu *VaR* se vychází ze skutečnosti, že zisk se dá formulovat také jako záporná ztráta, což lze zapsat takto,

$$\Pr\left(\Delta\widetilde{\Pi} \le +ZISK\right) = \alpha \,. \tag{3.54}$$

Pokud je zisk vyjádřen jako záporná ztráta (*ZISK*= -*VaR*), lze vztah upravit na základní rovnici pro odvození hodnoty *VaR* takto,

$$\Pr\left(\Delta\widetilde{\Pi} \le -VaR\right) = \alpha \,. \tag{3.55}$$

3.9 Základní popisné statistiky

Nejčastěji používanými popisnými statistikami jsou střední hodnota, medián, modus, rozptyl, směrodatná odchylka, šikmost, špičatost a kvantily.

Střední (průměrnou) hodnotu souboru lze vypočíst jako aritmetický průměr podle následujícího vztahu,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{N} x_i}{N} \,, \tag{3.56}$$

kde x_i jsou hodnoty znaku x a N je celkový počet pozorování.

Medián je hodnota ležící uprostřed uspořádaného souboru, která dělí daný soubor na dvě početně stejné poloviny. Jestliže má soubor sudý počet prvků, je medián stanoven jako aritmetický průměr prvků, které leží na místě $N/2$ a $N/2+1$.

Modus je hodnota, která se vyskytuje v souboru nejčastěji.

Rozptyl charakterizuje rozmístění hodnot náhodné veličiny kolem její střední hodnoty. Vzorec pro výpočet rozptylu je definován takto,

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} (x_i - \bar{x})^2}{N}, \tag{3.57}$$

Směrodatná odchylka vyjadřuje kvadratický průměr odchylek hodnot znaku od jejich aritmetického průměru. Je definována jako druhá odmocnina rozptylu. Pro její výpočet lze použít následující vzorec,

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (x_i - \bar{x})^2}{N}}. \tag{3.58}$$

Šikmost je dána koeficientem šikmosti, který charakterizuje nesymetrii rozdělení náhodné veličiny. Poskytuje tak představu o tvaru rozdělení co do zešikmení, resp. nesouměrnosti. Je-li koeficient šikmosti roven nule, jsou hodnoty náhodné veličiny rozděleny rovnoměrně vlevo a vpravo od střední hodnoty a jedná se o symetrické rozdělení. Normální rozdělení má koeficient šikmosti nulový. Pro kladnou šikmost je typické, že vrchol rozdělení (modus) je vlevo od aritmetického průměru a jedná se o levostranné rozdělení. Záporná šikmost, tedy pravostranné rozdělení, znamená, že vrchol rozdělení je vpravo od aritmetického průměru. Koeficient šikmosti lze vypočíst dle tohoto vzorce,

$$S = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \left(\frac{x_i - \bar{x}}{s} \right)^3, \tag{3.59}$$

Špičatost je vyjádřena koeficientem špičatosti. Koeficient špičatosti (excesu) udává rozdělení náhodné veličiny a konkrétní rozdělení porovnává s normálním rozdělením. V případě kladné špičatosti leží většina hodnot náhodné veličiny blízko střední hodnoty a křivka hustoty je špičatější než u normálního rozdělení. U záporné špičatosti je křivka hustoty plošší než u normálního rozdělení. Pro normální rozdělení je koeficient roven nule. Koeficient špičatosti je určen tímto vztahem,

$$K = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}\left(\frac{x_i - \bar{x}}{s}\right)^4, \tag{3.60}$$

„**Kvantil** je hodnota, která rozděluje soubor hodnot určitého statistického znaku na dvě části – jedna obsahuje ty hodnoty, které jsou menší (nebo stejné) než tento kvantil, druhá část naopak obsahuje hodnoty, které jsou větší (nebo stejné) než kvantil“, viz Hindls a kol. (2007, str. 26*)*. Hodnota kvantilu se v souboru tedy určí tak, že hodnoty, které jsou menší (nebo stejné), tvoří část statistického souboru a hodnoty, které jsou větší (nebo stejné), jsou zbývající částí souboru.

K nejvíce používaným kvantilům patří kvartily, decily, percentily. Kvartily jsou hodnoty, které rozdělují uspořádaný statistický soubor na čtyři části, a každá část obsahuje asi 25 % jednotek. Kvartily jsou tři, a to dolní kvartil, medián a horní kvartil. Dolní kvartil $\tilde{x}_{0,25}$ odčleňuje čtvrtinu nejnižších hodnot. Prostřední kvartil, nebo také medián $\tilde{x}$, dělí soubor hodnot na dvě stejné části, přičemž každou část tvoří 50 % jednotek. Horní kvartil $\tilde{x}_{0,75}$ odděluje 75 % nejnižších hodnot od zbývající čtvrtiny hodnot.

Decily $\tilde{x}_{0,10}, \tilde{x}_{0,20,} ... \tilde{x}_{90}$ pak rozdělují soubor hodnot na deset zhruba stejných částí. Percentily rozčleňují soubor na sto přibližně stejných úseků.

Jestliže nejsou hodnoty statistického soubor uspořádány do tabulky rozdělení četností, je výpočet kvantilů poměrně snadný. Pro výpočet kvantilu v případě intervalového rozdělení souboru je možné použít tento vzorec,

$$\tilde{x}_p = \frac{z_p - n_1}{n_2} \cdot h_p + a_{p,} \tag{3.61}$$

kde $z_p = n \cdot p + 0{,}5$ je pořadové číslo jednotky, jejíž hodnota bude hledaný kvantil, *n* je rozsah statistického souboru, *p* je relativní četnost nižších hodnot, jejíž horní mez je hledaný kvantil, n_1 je kumulativní četnost jednotek ležících před kvantilovým intervalem, n_2 je četnost intervalu, v němž leží hledaný kvantil, h_p je délka kvantilového intervalu a a_p je hodnota, která tvoří dolní hranici kvantilového intervalu.

4 PREDIKCE EKONOMICKÉ PŘIDANÉ HODNOTY VE VYBRANÉM ELEKTROTECHNICKÉM PODNIKU

Následující kapitola je zaměřena na predikci ukazatele ekonomické přidané hodnoty vybraného elektrotechnického podniku. V prvních třech podkapitolách jsou uvedeny základní údaje podniku, časová řada *EVA* za předchozí období a základní popisné statistiky vstupních ukazatelů. V dalších podkapitolách je popsán postup při predikci *EVA* včetně výsledků a grafického zobrazení.

Predikce ukazatele *EVA* je provedena pomocí simulace dílčích finančních ukazatelů pro dvanáct následujících měsíců. Při predikci se vychází ze zúženého hodnotového rozpětí ukazatele *EVA*, tedy

$$EVA = \left(\frac{EAT}{Tr} \cdot \frac{Tr}{A} \cdot \frac{A}{E} - R_E \right) \cdot E.$$

Pro simulaci vývoje dílčích finančních ukazatelů byl vybrán Vašíčkův model, neboť se jeví jako vhodný model pro simulaci finančních ukazatelů, které mají tendenci vracet se v delším horizontu ke své dlouhodobé rovnováze. Pro všechny ukazatele byl použit aritmetický tvar Vašíčkova procesu, neboť při srovnání s geometrickým tvarem podle výše součtu čtverců vzniklých reziduí byla tato hodnota u aritmetického modelu vždy nižší, případně byl geometrický model při ověření statistické významnosti pomocí *F*-testu vyhodnocen jako statisticky nevýznamný.

Vstupními údaji pro simulaci vývoje finančních ukazatelů jsou skutečné měsíční údaje společnosti za posledních 96 měsíců, tj. 8 let, které jsou uvedeny v Příloze č. 1.

Aby bylo možné stanovit hodnotu *EVA*, je nutné nejprve dopočítat dílčí finanční ukazatele, které jsou součástí rozkladu *EVA,* tedy ukazatel rentability tržeb, obratu aktiv a finanční páky. Dále je třeba stanovit náklady vlastního kapitálu dle stavebnicové metody. Poté následuje odhad vstupních parametrů modelu, které jsou použity k simulaci, pomocí regresní analýzy. Nutnou podmínkou provedení regrese je, aby byly ukazatele stacionární. Časové řady jsou stacionární v případě, že jejich charakteristiky, tj. střední hodnota a rozptyl, jsou v čase neměnné a jejich vývoj nemá žádný trend. Po odhadu parametrů modelu následuje testování statistické významnosti a výpočet střední hodnoty dílčích ukazatelů Vašíčkovým modelem.

Pro predikci vývoje *EVA* je aplikován Choleskeho algoritmus, pomocí něhož jsou zohledněny vzájemné vazby vzniklých reziduí a pro jehož aplikaci je nutné sestrojit kovarianční matici a Choleskeho dekompoziční matici. K následné simulaci budoucího vývoje ukazatele *EVA* je použita simulační metoda Monte Carlo.

Nakonec jsou vypočteny základní charakteristiky simulovaných hodnot, vymezeny intervaly, ve kterých se bude odhadovaná hodnota *EVA* pohybovat s danou pravděpodobností, stanovena pravděpodobnost, se kterou bude *EVA* záporná a formulována doporučení.

4.1 Základní údaje o podniku

Jelikož si podnik nepřeje být jmenován, je v této práci označován jako podnik XY. Podnik XY je akciovou společností se sídlem v Praze. Akcie společnosti nejsou obchodovány na veřejných trzích.

Předmětem činnosti podniku je:

- projektování elektrických zařízení,
- projektová činnost ve výstavbě,
- montáž, opravy a revize vyhrazených elektrických zařízení,
- výroba rozvaděčů nízkého napětí a baterií, kabelů a vodičů,
- výroba, instalace, opravy elektrických strojů a přístrojů, elektronických a telekomunikačních zařízení,
- revize, prohlídky a zkoušky určených technických zařízení v provozu.

Hlavní činnost podniku je zaměřena na projekty, montáže, údržbu a servis v oblasti elektrotechniky, která zahrnuje oblast energetiky, dopravy, osvětlení a další oblasti.

V oblasti energetiky jsou prioritním zájmem společnosti elektrárny, teplárny, rozvodny, transformovny, průmyslové a závodové energetiky a také stavebnictví. Hlavními aktivitami v této oblasti jsou komplexní dodávky v rozsahu projektu, dodávky, montáže a servisu elektrozařízení.

Další významnou obchodní oblastí je doprava. Tady se podnik zaměřuje na dálniční a silniční komunikace, tunely, letiště, parkoviště, městské komunikace a další. Společnost v této oblasti nabízí celou řadu služeb, např. světelná signalizační zařízení, dopravní značky a informační tabule, komplexní tunelové technologie, telematické aplikace a další.

Obchodní aktivity podniku jsou orientovány převážně na český a slovenský trh, ale postupně roste také význam zahraničních dodávek. Společnost je také držitelem mnoha certifikátů.

4.2 Vstupní data

Vstupními daty pro výpočet ukazatele *EVA* jsou čistý zisk (*EAT*), tržby (*Tr*), celková aktiva (*A*), vlastní kapitál (*E*) a náklady vlastního kapitálu (R_E). Z těchto vstupních dat byly dopočteny ukazatele tvořící rozklad ukazatele *EVA*, tedy rentabilita tržeb, obrat aktiv a finanční páka. Hodnota vlastního kapitálu byla přímo vzata z měsíčních finančních výkazů podniku za posledních 96 měsíců a náklady vlastního kapitálu byly stanoveny stavebnicovou metodou. Ukazatele převzaté z finančních výkazů jsou uváděny v tisících Kč.

Vstupním ukazatelům, které tvoří rozklad *EVA* a jejichž vývoj bude dále odhadován pro stanovení budoucí hodnoty *EVA*, jsou vypočteny popisné statistiky. Jejich přehled a výsledky jsou uvedeny v Tab. 4.1.

Tab. 4.1 Popisné statistiky vstupních ukazatelů

	EAT/Tr	***Tr/A***	***A/E***	R_E	***E***
Střední hodnota	0,0483	0,0816	2,1162	0,0197	620 425
Medián	0,0414	0,0704	2,0135	0,0181	576 873
Modus	-	-	-	-	-
Rozptyl	0,1526	0,0020	0,0981	0,00003	2,03E+10
Směr. odchylka	0,3907	0,0443	0,3133	0,0050	142 495
Špičatost	31,4837	3,2338	-0,5849	-0,6696	-1,1522
Šikmost	-3,8234	1,6600	0,5996	0,5312	0,4265
Minimum	-2,8227	0,0243	1,6151	0,0100	416 109
Maximum	1,2478	0,2491	2,9031	0,0321	894 795

Z uvedené tabulky lze vyčíst hodnoty popisných statistik jednotlivých ukazatelů. Střední hodnota byla vypočtena dle vzorce (3.56), rozptyl dle vztahu (3.57), směrodatná odchylka podle vzorce (3.58), koeficient šikmosti a špičatosti dle vzorce (3.59) a (3.60). Jelikož je u každého ukazatele získáno 96 hodnot, tedy sudý počet, je medián stanoven jako aritmetický průměr 48. a 49. hodnoty uspořádaného souboru. Minimum a maximum udává minimální a maximální hodnoty ukazatelů v daném období. Jak je uvedeno v tabulce, žádný z ukazatelů nemá modus, tedy nejčastěji se vyskytující hodnotu.

U ukazatele *EAT/Tr* je koeficient špičatosti ve výši 31,4837, což znamená kladnou špičatost. Ukazatel *Tr/A* vykazuje také kladnou špičatost ve výši 3,2338. Pro tyto ukazatele tedy platí, že křivka hustoty bude špičatější oproti normálnímu rozdělení. Koeficient špičatosti ukazatele *A/E* má hodnotu -0,5849 a značí zápornou špičatost. Také u ukazatele R_E a vlastního kapitálu je patrná záporná špičatost ve výši -0,6696 a -1,1522. Křivka hustoty tedy bude plošší než u normálního rozdělení.

U ukazatele *EAT/Tr* je patrná záporná šikmost ve výši -3,8234 a jedná se o pravostranné rozdělení. Naopak ukazatele *Tr/A*, *A/E*, R_E a *E* vykazují kladné zešikmení.

Z analýzy šikmosti a špičatosti vyplynulo, že u žádného z ukazatelů nejsou koeficienty šikmosti a špičatosti rovny nule, jak je tomu v případě normálního rozdělení pravděpodobnosti. Pro zjednodušení se však v této práci předpokládá, že ukazatele mají normální rozdělení.

4.3 Časová řada ukazatele *EVA*

Před simulací vývoje dílčích ukazatelů tvořících rozklad ukazatele *EVA* a stanovením hodnoty *EVA* pro 12 následujících měsíců byla pomocí reálných dat podniku za posledních 96 měsíců vypočtena historická časová řada *EVA*. Účelem bylo zjistit, zda podnik v minulých měsících vykazoval kladnou hodnotu *EVA* či nikoliv. Na základě minulého vývoje je pak možné usuzovat, jak se bude pravděpodobně hodnota *EVA* vyvíjet v budoucnu. Vývoj ukazatele *EVA* za posledních 8 let je uveden v Tab. 4.2.

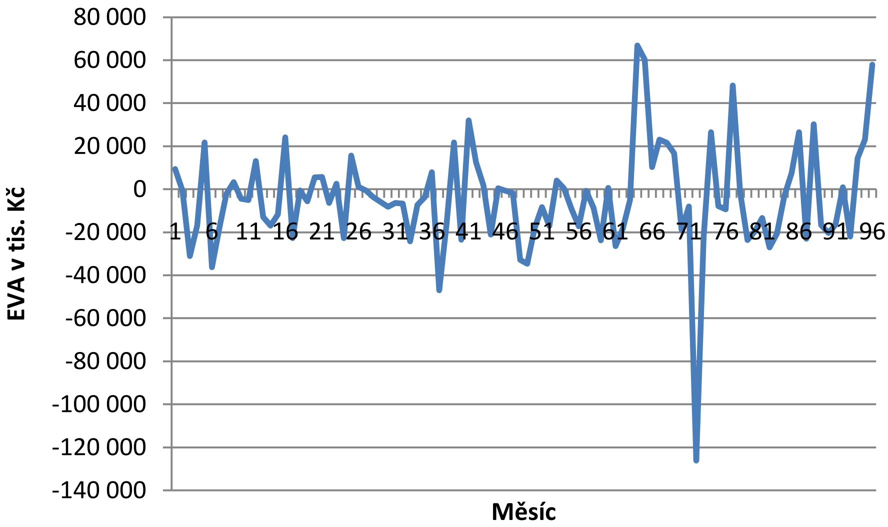
Tab. 4.2 Vývoj ukazatele *EVA* v jednotlivých měsících v letech 2005-2012 (v tis. Kč)

Měsíc	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
1.	9 358	-12 903	15 724	-47 022	-34 600	-26 388	-22 368	7 669
2.	-665	-16 869	1 122	-16 172	-18 184	-18 148	26 551	26 498
3.	-31 054	-11 795	-620	21 782	-8 329	-5 042	-7 780	-23 035
4.	-16 844	24 103	-3 691	-23 537	-17 088	66 893	-9 323	30 163
5.	21 780	-22 668	-5 923	32 015	3 993	60 279	48 179	-16 563
6.	-36 324	-571	-8 095	12 465	298	10 368	-1 313	-20 296
7.	-18 180	-5 648	-6 404	1 771	-9 021	23 098	-23 562	-16 536
8.	-2 192	5 538	-6 654	-21 124	-17 207	21 671	-19 663	892
9.	3 255	5 737	-24 145	455	-658	16 644	-13 325	-21 984
10.	-4 387	-6 314	-7 305	-756	-8 559	-18 906	-27 030	14 442
11.	-5 006	2 587	-3 737	-1 720	-23 842	-7 983	-20 659	23 056
12.	13 111	-22 773	7 913	-32 778	611	-126 107	-3 190	57 855

Z Tab. 4.2 lze vyčíst, že vývoj ukazatele *EVA* v jednotlivých měsících nebyl ani v jednom roce stabilní. Ve všech letech byla hodnota *EVA* v průběhu roku nestabilní a pohybovala se v kladných i záporných číslech, avšak záporné hodnoty ve všech letech převažovaly. Nejmenší byla hodnota ukazatele v prosinci roku 2010, kdy byla *EVA* záporná a činila -126 107 tis. Kč. Nejvyšší hodnotu ukazatele *EVA* vykázal podnik za duben 2010 ve výši 66 893 tis. Kč. Lze tedy konstatovat, že podnik ekonomickou přidanou hodnotu pro akcionáře v předchozích letech nevytvářel. Za pozitivní však můžeme považovat kladnou *EVA* a její rostoucí trend v posledních třech měsících roku 2012.

Vývoj ukazatele *EVA* za posledních 96 měsíců je zobrazen v Grafu 4.1.

Graf 4.1 Vývoj ukazatele *EVA* v letech 2005-2012



Z uvedeného grafu je patrný nestabilní vývoj hodnoty ukazatele *EVA* v průběhu sledovaného období. Tento vývoj je v jednotlivých měsících způsoben zejména velkými výkyvy čistého zisku, na kterých mají z velké části podíl změny tržeb v jednotlivých měsících. Výrazný propad hodnoty *EVA* ve 12. měsíci roku 2010 byl způsoben nízkou hodnotou čistého zisku, který v tomto období činil -106 764 tis. Kč. Záporný zisk podnik vykázal zejména v důsledku výrazného poklesu tržeb oproti jiným měsícům, což lze připsat tomu, že většina dodávek byla podnikem vyfakturována již v předchozích měsících.

4.4 Odhad vstupních parametrů

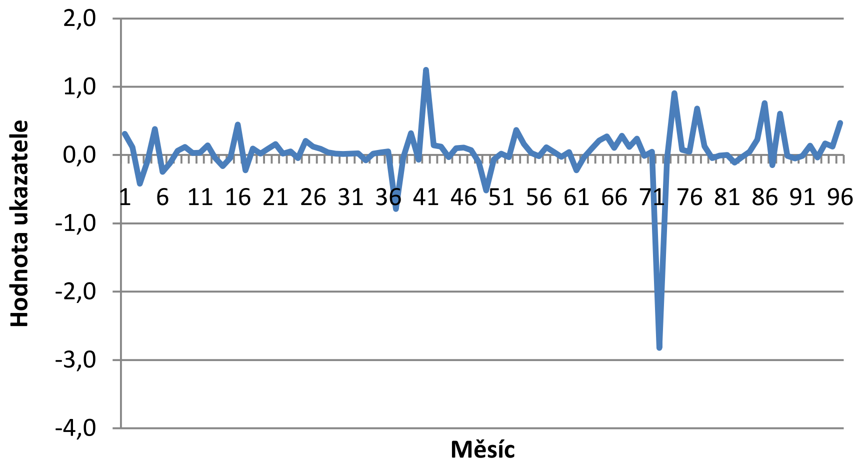
Při aplikaci Vašíčkova modelu je nutné u každého ukazatele odhadnout vstupní regresní parametry modelu metodou nejmenších čtverců. Nejprve je ověřena stacionarita časových řad ukazatelů. U všech ukazatelů je stacionarita ověřena zjednodušeně pomocí grafického testu. Následně jsou odhadnuty transformované parametry $\hat{\alpha}$ a $\hat{\beta}$, ze kterých jsou dopočteny původní parametry Vašíčkova modelu. Nezbytným krokem je také ověření statistické významnosti odhadnutých regresních parametrů a modelu jako celku pomocí *t*-testu a *F*-testu.

4.4.1 Rentabilita tržeb

K odhadu ukazatele rentabilita tržeb je použita aritmetická verze Vašíčkova modelu. Geometrický tvar není možné použít, neboť při provedení *F*-testu byl model vyhodnocen jako statisticky nevýznamný.

Nejprve je pomocí grafického testu ověřena stacionarita časové řady ukazatele. Vývoj časové řady za posledních 96 měsíců je zobrazen v Grafu 4.2.

Graf 4.2 Vývoj časové řady ukazatele *EAT/Tr*



Z Grafu 4.2 je patrné, že se jedná o stacionární proces, neboť časová řada nevykazuje žádnou tendenci ve vývoji.

Po ověření stacionarity následuje odhad vstupních parametrů. Vstupní parametry byly odhadnuty metodou nejmenších čtverců podle vzorce (3.26) na 5% hladině významnosti. Pro účely regrese byla nezávislou proměnnou hodnota ukazatele EAT/Tr_{t-1} a závislou proměnnou změna ukazatele $\Delta(EAT/Tr_t)$.

Dále byla ověřena statistická významnost takto odhadnutých parametrů *t*-testem a významnost celého modelu *F*-testem. Výsledky těchto testů jsou zobrazeny v Tab. 4.3 a 4.4.

Tab. 4.3 Statistická významnost parametrů – *t*-test

Parametr	Hodnota parametru	t^{krit}	t^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	*Hodnota P*	Pravidlo 1	Pravidlo 2
$\hat{\alpha}$	0,04483	1,98580	1,10237	0,05	0,27315	H_0 se přijímá	H_0 se přijímá
$\hat{\beta}$	-0,98256	1,98580	-9,44068	0,05	3,120E-15	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Tab. 4.4 Statistická významnost modelu – F-test

F^{krit}	F^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	***Hodnota P***	**Pravidlo 1**	**Pravidlo 2**
3,94341	89,12651	0,05	3,1201E-15	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Jak vyplývá z Tab. 4.4, model jako celek je statisticky významný. Z Tab. 4.3 je zřejmé, že parametr $\hat{\beta}$ je statisticky významný, ale parametr $\hat{\alpha}$ je statisticky nevýznamný a nelze jej tedy zahrnout do modelu. Proto byla provedena druhá regrese, u které byla za tento parametr dosazena 0. Následně byla opět ověřena statistická významnost parametrů a modelu pomocí t-testu a F-testu. Výsledné hodnoty testů po druhé regresy zachycují následující tabulky.

Tab. 4.5 Statistická významnost parametrů – t-test

Parametr	**Hodnota parametru**	t^{krit}	t^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	***Hodnota P***	**Pravidlo 1**	**Pravidlo 2**
$\hat{\alpha}$	0	-	-	-	-	-	-
$\hat{\beta}$	-0,96966	1,98580	-9,36547	0,05	4,108E-15	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Tab. 4.6 Statistická významnost modelu – F-test

F^{krit}	F^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	***Hodnota P***	**Pravidlo 1**	**Pravidlo 2**
3,94230	87,71219	0,05	4,501E-15	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Z Tab. 4.5 a 4.6 vyplývá, že po druhé regresi je parametr $\hat{\beta}$ statisticky významný a model jako celek je také statisticky významný. Z odhadnutých parametrů jsou následně dopočteny původní parametry Vašíčkova modelu. Parametry a a b jsou vypočteny podle vzorce (3.28) a (3.29), směrodatná odchylka dle vzorce (3.30). Hodnoty odhadnutých parametrů ukazatele rentability tržeb jsou zobrazeny v Tab. 4.7.

Tab. 4.7 Hodnoty odhadnutých parametrů

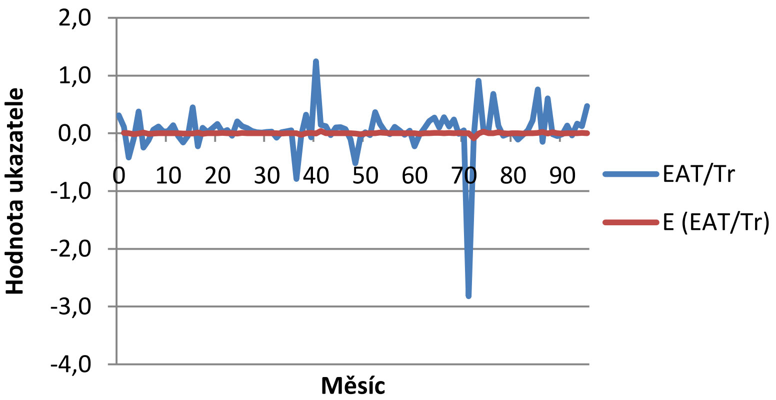
α	β	a	b	dt	σ
0	-0,96966	0,96966	0	1	0,39221

Z Tab. 4.7 lze vyčíst, že parametr a, který vyjadřuje rychlost přibližování k dlouhodobé rovnováze, je 0,96966. Hodnota parametru je menší než 1, ukazatel tedy vykazuje mírně podproporcionální tendenci návratu k dlouhodobé rovnováze. Parametr b představuje dlouhodobou rovnovážnou úroveň ukazatele a je roven 0. Parametr dt, tedy délka jednoho kroku, je roven 1, protože data, se kterými se počítá, jsou měsíční a změny mezi těmito hodnotami jsou také měsíční. Směrodatná odchylka je ve výši 0,39221.

Pomocí odhadnutých parametrů byla vypočtena střední hodnota ukazatele dle rovnice (3.23). Skutečné historické hodnoty ukazatele a hodnoty odhadnuté Vašíčkovým modelem jsou zobrazeny v Příloze č. 3.

V následujícím grafu můžeme vidět vývoj skutečných a odhadnutých hodnot za posledních 96 měsíců.

Graf 4.3 Vývoj skutečných a odhadnutých hodnot ukazatele *EAT/Tr*

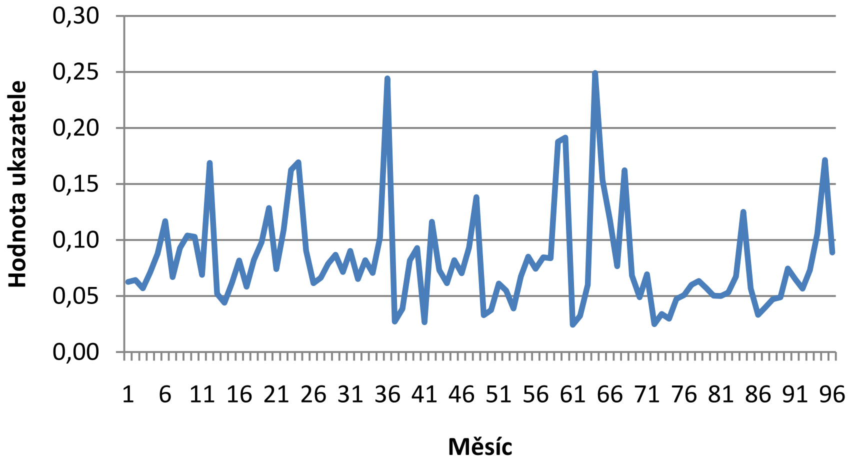


Hodnota ukazatele byla ve sledovaném období značně proměnlivá. Ukazatel se pohyboval v rozmezí -2,82 a 1,25, což bylo způsobeno zejména nestabilním vývojem čistého zisku, který se často pohyboval v záporných hodnotách. Výrazný pokles ukazatele *EAT/Tr* v 72. měsíci byl zapříčiněn poklesem tržeb a velkým propadem čistého zisku, který v tomto měsíci činil -106 764 tis. Kč. Důvodem tak nízkého zisku byly právě tržby, které byly oproti předchozím měsícům výrazně nižší, což bylo způsobeno tím, že většina dodávek byla podnikem vyfakturována v předchozích měsících. Střední hodnoty vypočtené modelem jsou stabilní a vykazují minimální výkyvy.

4.4.2 Obrat aktiv

Také u ukazatele obratu aktiv je aplikován Vašíčkův model v aritmetické podobě, neboť oproti geometrickému tvaru byla hodnota součtu čtverců vzniklých reziduí menší. Před odhadem parametrů modelu je nejprve grafickým testem ověřena stacionarita časové řady ukazatele. Vývoj časové řady ukazatele obrat aktiv za posledních 96 měsíců je znázorněn v následujícím grafu.

Graf 4.4 Vývoj časové řady ukazatele *Tr/A*



Z uvedeného grafu je zřejmé, že časová řada nevykazuje vývojový trend a její vývoj je nepravidelný. Jedná se tedy o stacionární proces.

K odhadu parametrů modelu $\hat{\alpha}$ a $\hat{\beta}$ na 5% hladině významnosti byla použita metoda nejmenších čtverců dle vztahu (3.26). Nezávislou proměnnou byly u regrese minulé hodnoty ukazatele $Tr/A_{t\text{-}1}$ a závislou proměnnou změna ukazatele $\Delta Tr/A_t$.

Poté byla ověřena statistická významnost odhadnutých parametrů a celého modelu pomocí t-testu a F-testu. Hodnoty obou testů jsou zobrazeny v následujících tabulkách.

Tab. 4.8 Statistická významnost parametrů – t-test

Parametr	Hodnota parametru	t^{krit}	t^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	*Hodnota P*	Pravidlo 1	Pravidlo 2
$\hat{\alpha}$	0,06134	1,98580	6,59264	0,05	2,582E-09	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá
$\hat{\beta}$	-0,74905	1,98580	-7,46900	0,05	4,291E-11	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Tab. 4.9 Statistická významnost modelu – F-test

F^{krit}	F^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	*Hodnota P*	Pravidlo 1	Pravidlo 2
3,94341	55,78603	0,05	4,291E-11	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Z Tab. 4.8 je patrné, že parametr $\hat{\alpha}$ i parametr $\hat{\beta}$ jsou na 5% hladině významnosti statisticky významné a lze je zařadit do modelu. Také model jako celek je statisticky významný. Z těchto parametrů jsou tedy opět dopočteny původní parametry Vašíčkova modelu a a b podle vzorce (3.28) a (3.29) a směrodatná odchylka dle vzorce (3.30). Výsledné hodnoty odhadnutých parametrů modelu jsou zachyceny v Tab. 4.10.

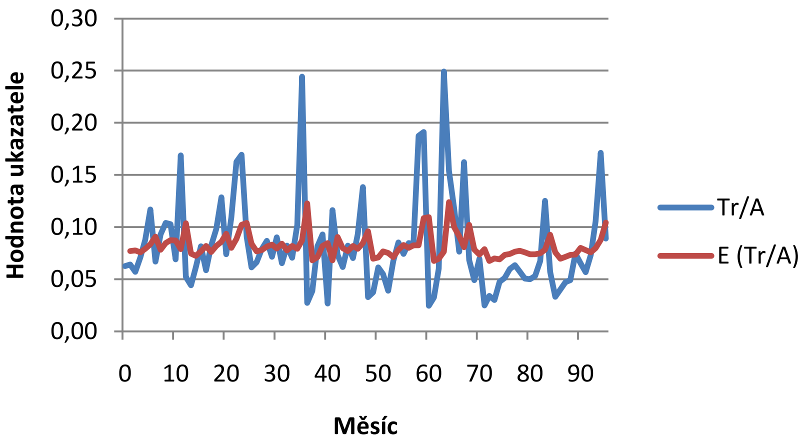
Tab. 4.10 Hodnoty odhadnutých parametrů

α	β	a	b	dt	σ
0,06134	-0,74905	0,74905	0,08189	1	0,04284

Jak můžeme vyčíst z Tab. 4.10, parametr *a*, vyjadřující rychlost přibližování k dlouhodobé rovnováze, je ve výši 0,74905, což znamená, že se ukazatel vrací podproporcionálně ke své dlouhodobé rovnováze. Parametr dlouhodobé rovnováhy *b* je 0,08189. Hodnota 0,08189 je tedy dlouhodobou rovnováhou ukazatele. Parametr *dt* je opět roven 1, neboť hodnoty ukazatele jsou měsíční a změna ukazatele v jednom kroku je také měsíční. Směrodatná odchylka má hodnotu 0,04284.

Na základě odhadnutých parametrů byla stanovena střední (očekávaná) hodnota ukazatele *Tr/A* pomocí vzorce (3.23). Skutečné a modelované hodnoty ukazatele jsou součástí Přílohy č. 3. V následujícím grafu je zobrazen jejich vývoj za časový horizont 96 měsíců.

Graf 4.5 Vývoj skutečných a odhadnutých hodnot ukazatele *Tr/A*

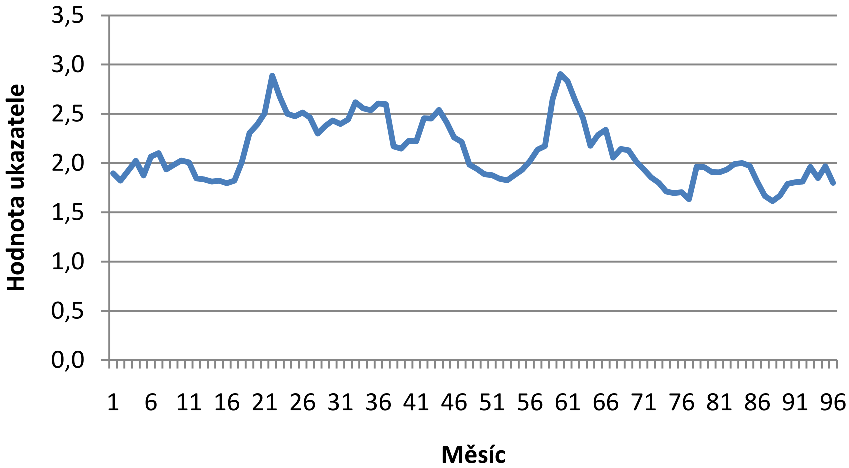


V Grafu 4.5 lze pozorovat, že také ukazatel *Tr/A* se v daném období značně měnil. Nejnižší dosaženou hodnotou byla hodnota 0,02, naopak nejvyšší 0,25. Hlavním důvodem kolísání byla nestabilní výše tržeb. Také hodnoty stanovené modelem vykazují výkyvy.

4.4.3 Finanční páka

Stejně jako v předchozích případech je k odhadu ukazatele finanční páky použit aritmetický tvar Vašíčkova modelu. Důvodem je menší hodnota součtu čtverců vzniklých reziduí oproti geometrickému tvaru. Postup je také stejný. Prvním krokem je ověření, zda je časová řada ukazatele stacionární. K tomuto účelu je použit grafický test. Vývoj časové řady za posledních 96 měsíců je zachycen v následujícím grafu.

Graf 4.6 Vývoj časové řady ukazatele *A/E*



Jak můžeme vyčíst z Grafu 4.6, také u časové řady ukazatele *A/E* není zřetelná žádná tendence ve vývoji a vývoj je nepravidelný. Lze tedy považovat časovou řadu za stacionární.

Po ověření stacionarity byly odhadnuty metodou nejmenších čtverců transformované parametry modelu $\hat{\alpha}$ a $\hat{\beta}$ na 5% hladině významnosti podle vzorce (3.26). Při regresi byly za nezávisle proměnnou dosazeny hodnoty A/E_{t-1} a za závisle proměnnou byly použity hodnoty $\Delta A/E_t$.

Po odhadu parametrů následuje ověření statistické významnosti parametrů a modelu. Jejich významnost je zobrazena v Tab. 4.11 a 4.12.

Tab. 4.11 Statistická významnost parametrů – *t*-test

Parametr	Hodnota parametru	t^{krit}	t^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	*Hodnota P*	Pravidlo 1	Pravidlo 2
$\hat{\alpha}$	0,20270	1,98580	2,10034	0,05	0,03841	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá
$\hat{\beta}$	-0,09612	1,98580	-2,13372	0,05	0,03550	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Tab. 4.12 Statistická významnost modelu – *F*-test

F^{krit}	F^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	*Hodnota P*	Pravidlo 1	Pravidlo 2
3,94341	4,55278	0,05	0,03550	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Na základě výsledných hodnot *t*-testu a *F*-testu uvedených v Tab. 4.11 a 4.12 je možné konstatovat, že oba odhadované parametry jsou statisticky významné a budou zařazeny do modelu. Model jako celek je také statisticky významný a je tedy možné ho použít pro simulaci.

Po ověření statistické významnosti opět následuje stanovení parametrů *a* a *b* podle vzorce (3.28) a (3.29) a také výpočet směrodatné odchylky dle vztahu (3.30). Odhadnuté parametry včetně jejich hodnot jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 4.13 Hodnoty odhadnutých parametrů

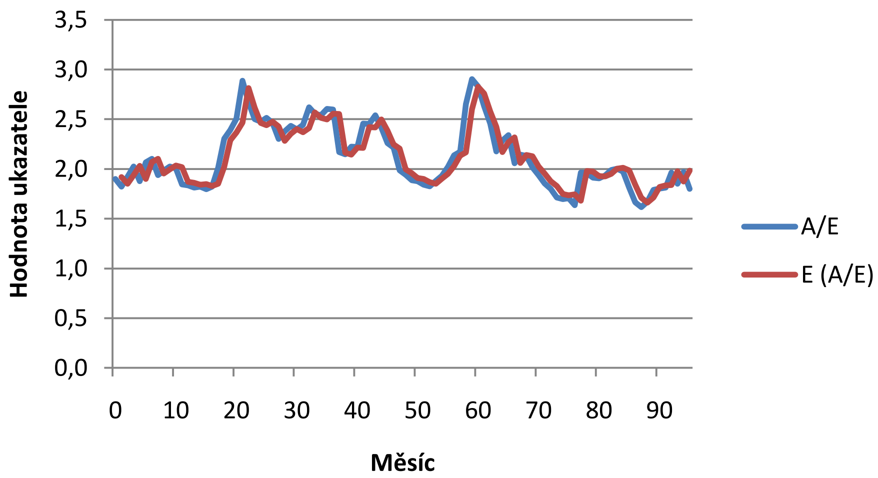
α	β	a	b	dt	σ
0,20270	-0,09612	0,09612	2,10875	1	0,13536

Z uvedené tabulky je zřejmé, že parametr *a*, který udává rychlost přibližování k dlouhodobé rovnováze, je roven 0,09612. Jedná se tedy o podproporcionální tendenci návratu k dlouhodobé rovnováze. Dlouhodobá rovnováha ukazatele, vyjádřena parametrem *b*, je ve výši 2,10875. Parametr *dt* je opět roven 1 z důvodu měsíčních údajů a jejich měsíčních změn. Směrodatná odchylka má hodnotu 0,13536.

Pomocí výše uvedených parametrů byla podle vzorce (3.23) definována střední (očekávaná) hodnota ukazatele *A/E*. Tyto očekávané hodnoty spolu s historickými hodnotami ukazatele jsou zobrazeny v Příloze č. 3.

V následujícím Grafu 4.7 je znázorněn vývoj skutečných a modelem vytvořených hodnot za předcházejících 96 měsíců.

Graf 4.7 Vývoj skutečných a odhadnutých hodnot ukazatele *A/E*



Jak lze vidět v Grafu 4.7, modelované hodnoty kopírují vývoj skutečných hodnot ukazatele. Ten se ve sledovaném období pohyboval v rozmezí 1,62 až 2,90.

4.4.4 Náklady vlastního kapitálu

Náklady vlastního kapitálu jsou stanoveny stavebnicovou metodou, kterou používá Ministerstvo průmyslu a obchodu ČR (MPO). Nejprve bylo nutné určit rizikové přirážky a vypočíst průměrné náklady kapitálu nezadluženého podniku $WACC_U$ podle vzorce (3.7), Poté byly dle vztahu (3.9) dopočteny roční náklady vlastního kapitálu R_E, které byly přepočteny na měsíční údaje.

Bezriziková sazba je stanovena jako výnos desetiletých státních dluhopisů. Pro roky 2005-2011 byly údaje o bezrizikové sazbě čerpány z finanční analýzy podnikové sféry MPO za rok 2005-2011. Pro rok 2012 byla její hodnota vzata z makroekonomické predikce Ministerstva financí ČR. Vývoj bezrizikové sazby v jednotlivých letech je uveden v následující tabulce.

Tab. 4.14 Vývoj bezrizikové sazby v letech 2005-2012

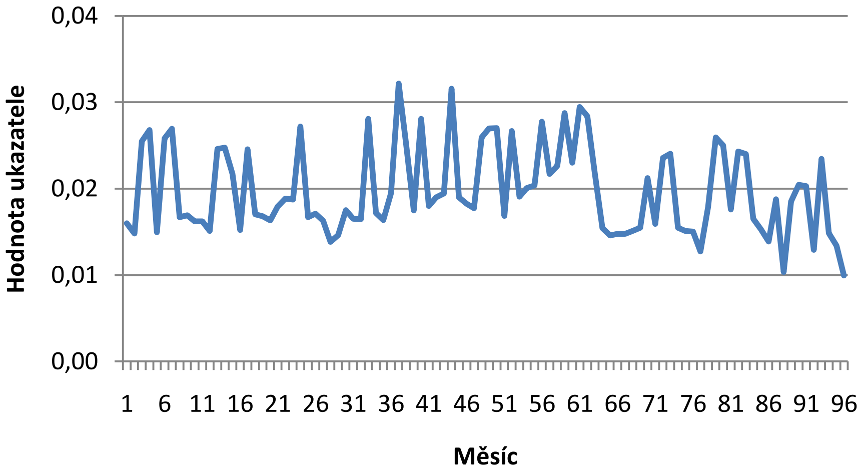
Rok	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
R_F	3,53 %	3,77 %	4,28 %	4,55 %	4,67 %	3,71 %	3,79 %	2,90 %

Zdroj: www.mpo.cz, www.mfcr.cz

Hodnoty rizikových přirážek, průměrných nákladů kapitálu $WACC_U$ a nákladů vlastního kapitálu R_E pro jednotlivé měsíce jsou uvedeny v Příloze č. 2.

Pro odhad nákladů vlastního kapitálu je opět aplikován aritmetický Vašíčkův model, protože při aplikaci geometrického tvaru byl součet čtverců reziduí vyšší. Stejně jako v případě ostatních ukazatelů je nejprve grafickým testem ověřena stacionarita časové řady ukazatele. Vývoj časové řady za časový horizont 96 měsíců je zobrazen v Grafu 4.8.

Graf 4.8 Vývoj časové řady ukazatele R_E



Na základě uvedeného grafu lze považovat časovou řadu R_E za stacionární, neboť zde není zřetelná vývojová tendence a vývoj je nepravidelný.

Dále byly metodou nejmenších čtverců dle vztahu (3.26) odhadnuty transformované parametry modelu, tedy $\hat{\alpha}$ a $\hat{\beta}$. Závislou proměnnou u regrese byla změna ukazatele, tedy ΔR_E, nezávisle proměnnou hodnota ukazatele v minulém období R_{Et-1}. Poté byla testována významnost regresních parametrů a celého modelu pomocí *t*-testu a *F*-testu. Výsledky jsou prezentovány v následujících tabulkách.

Tab. 4.15 Statistická významnost parametrů – *t*-test

Parametr	Hodnota parametru	t^{krit}	t^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	*Hodnota P*	Pravidlo 1	Pravidlo 2
$\hat{\alpha}$	0,01458	1,98580	6,99286	0,05	4,045E-10	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá
$\hat{\beta}$	-0,73798	1,98580	-7,23791	0,05	1,281E-10	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Tab. 4.16 Statistická významnost modelu – *F*-test

F^{krit}	F^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	*Hodnota P*	Pravidlo 1	Pravidlo 2
3,94341	52,38730	0,05	1,281E-10	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Z výše uvedených tabulek lze vyčíst, že parametry $\hat{\alpha}$ a $\hat{\beta}$ jsou statisticky významné na 5% hladině významnosti a jsou tedy zařazeny do modelu. Model je také na této hladině významnosti statisticky významný a je použit pro simulaci *EVA*.

Po stanovení transformovaných parametrů je nutné dopočíst původní parametry modelu. Parametry *a* a *b* jsou stanoveny dle vzorce (3.28) a (3.29). Směrodatná odchylka je dopočtena podle vztahu (3.30). Hodnoty odhadnutých parametrů Vašíčkova modelu jsou zobrazeny v Tab. 4.17.

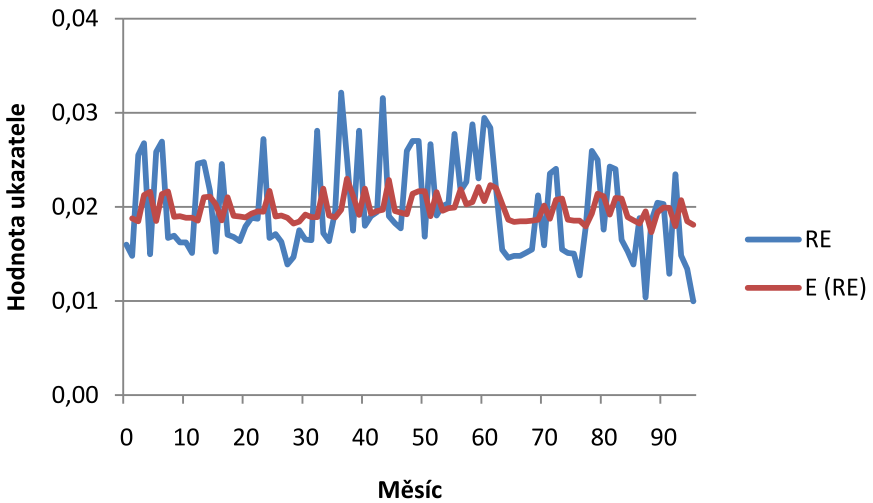
Tab. 4.17 Hodnoty odhadnutých parametrů

α	β	a	b	dt	σ
0,01458	-0,73798	0,73798	0,01976	1	0,00486

Hodnota parametru a je 0,73798, což znamená podproporcionální rychlost přibližování k dlouhodobé rovnováze. Dlouhodobá rovnováha ukazatele R_E, tedy parametr b, je ve výši 0,01976. Časový interval dt je roven 1, neboť změny mezi měsíčními údaji jsou také měsíční. Hodnota směrodatné odchylky činí 0,00486.

Očekávané hodnoty ukazatele R_E byly vypočteny dle Vašíčkova modelu pomocí vztahu (3.23). Tyto hodnota spolu se skutečnými hodnotami jsou uvedeny v Příloze č. 3. Pomocí následujícího grafu je možné porovnat jejich vývoj.

Graf 4.9 Vývoj skutečných a odhadnutých hodnot ukazatele R_E

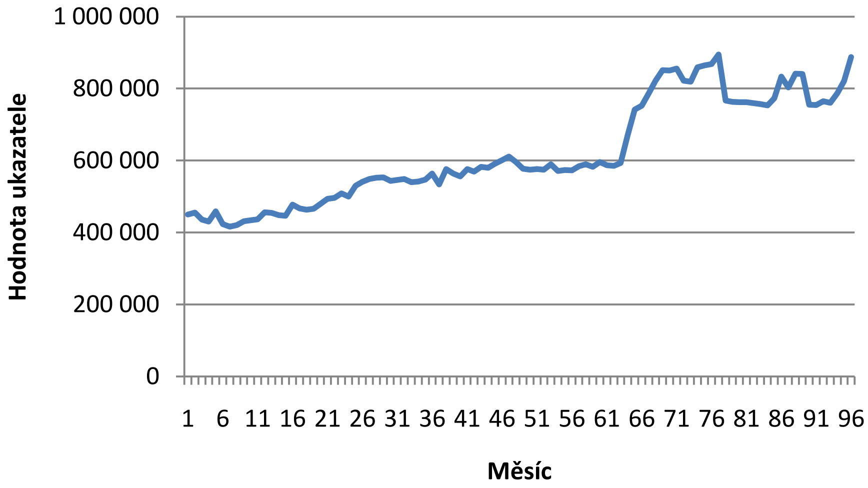


Z Grafu 4.9 lze vyčíst, že také náklady vlastního kapitálu v jednotlivých měsících výrazně kolísaly. Minimální hodnota ukazatele R_E v daném období byla 0,01, maximální hodnotou byla hodnota 0,0321. Měsíční náklady vlastního kapitálu podniku se tedy v předchozích 96 měsících pohybovaly mezi 1 % a 3,21 %.

4.4.5 Vlastní kapitál

Pro odhad vstupních parametrů je u všech ukazatelů použita regresní analýza, jejíž podmínkou je stacionarita ukazatelů. Prvním krokem je tedy ověření stacionarity časové řady vlastního kapitálu. Vývoj vlastního kapitálu za posledních 96 měsíců je znázorněn v následujícím grafu.

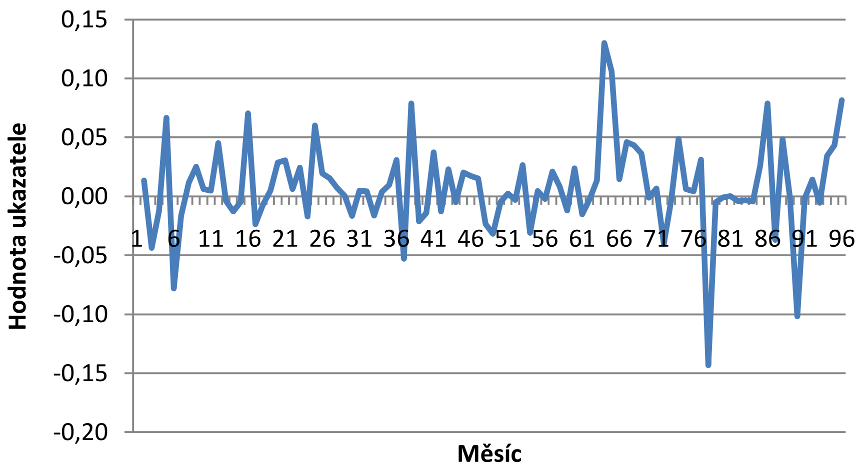
Graf 4.10 Vývoj časové řady ukazatele *E*



Z Grafu 4.10 je patrné, že podmínka stacionarity není u ukazatele vlastního kapitálu splněna, neboť je zde zřetelná tendence ve vývoji. Z toho důvodu je zaveden ukazatel výnos vlastního kapitálu (V_E), který obsahuje vlastní kapitál a jeho časová řada je stacionární.

Vývoj časové řady výnosu vlastního kapitálu za posledních 96 měsíců je zobrazen v Grafu 4.11.

Graf 4.11 Vývoj časové řady ukazatele V_E



Z Grafu 4.11 je patrné, že časová řada ukazatele V_E je stacionární, neboť nevykazuje vývojový trend a její vývoj je nepravidelný.

Pro simulaci vývoje výnosu vlastního kapitálu je aplikován rovněž aritmetický Vašíčkův model, neboť geometrický model byl vyhodnocen dle F-testu jako statisticky nevýznamný. Po provedení simulace výnosu vlastního kapitálu bude tato hodnota opět přepočtena na hodnotu vlastního kapitálu. Výnos vlastního kapitálu V_E je definován takto,

$$V_E = \frac{\Delta E}{E} = \frac{E_t - E_{t-1}}{E_{t-1}}. \tag{4.1}$$

Také u ukazatele V_E byly nejprve metodou nejmenších čtverců odhadnuty transformované parametry modelu $\hat{\alpha}$ a $\hat{\beta}$ podle vztahu (3.26), které byly následně spolu s celým modelem podrobeny testu statistické významnosti na 5% hladině významnosti. Závislou proměnnou u regrese byly diference mezi jednotlivými měsíci ΔV_{Et} a za nezávislou proměnnou byly dosazeny minulé hodnoty ukazatele V_{Et-1}. Závěry testů jsou zobrazeny v Tab. 4.18 a 4.19.

Tab. 4.18 Statistická významnost parametrů – t-test

Parametr	**Hodnota parametru**	t^{krit}	t^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	***Hodnota P***	**Pravidlo 1**	**Pravidlo 2**
$\hat{\alpha}$	0,00778	1,98609	1,95256	0,05	0,05391	H_0 se přijímá	H_0 se přijímá
$\hat{\beta}$	-0,99316	1,98609	-9,32786	0,05	5,926E-15	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Tab. 4.19 Statistická významnost modelu – F-test

F^{krit}	F^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	***Hodnota P***	**Pravidlo 1**	**Pravidlo 2**
3,94454	87,00903	0,05	5,926E-15	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Z Tab. 4.18 vyplývá, že parametr $\hat{\beta}$ je ve výši -0,99316 a je statisticky významný. Parametr $\hat{\alpha}$ je na 5% hladině významnosti statisticky nevýznamný, proto nebude do modelu zařazen. Je tedy nutné provést druhou regresi a za tento parametr dosadit 0. Podle závěru F-testu je model jako celek významný.

Výsledky testů po zavedení druhé regrese jsou zachyceny v následujících tabulkách.

Tab. 4.20 Statistická významnost parametrů – *t*-test

Parametr	Hodnota parametru	t^{krit}	t^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	*Hodnota P*	Pravidlo 1	Pravidlo 2
$\hat{\alpha}$	0	-	-	-	-	-	-
$\hat{\beta}$	-0,95370	1,98580	-8,98819	0,05	2,827E-14	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Tab. 4.21 Statistická významnost modelu – *F*-test

F^{krit}	F^{vyp}	$\alpha_{5\%}$	*Hodnota P*	Pravidlo 1	Pravidlo 2
3,94341	80,78762	0,05	3,073E-14	H_0 se zamítá	H_0 se zamítá

Po provedení druhé regrese je parametr $\hat{\beta}$ ve výši -0,95370 a je statisticky významný. Model jako celek je na 5% hladině významnosti také statisticky významný. Po ověření statistické významnosti jsou dopočteny původní parametry Vašíčkova modelu *a* a *b* podle vztahu (3.28) a (3.29) a také směrodatná odchylka pomocí vzorce (3.30). Jejich hodnoty jsou uvedeny v Tab. 4.22.

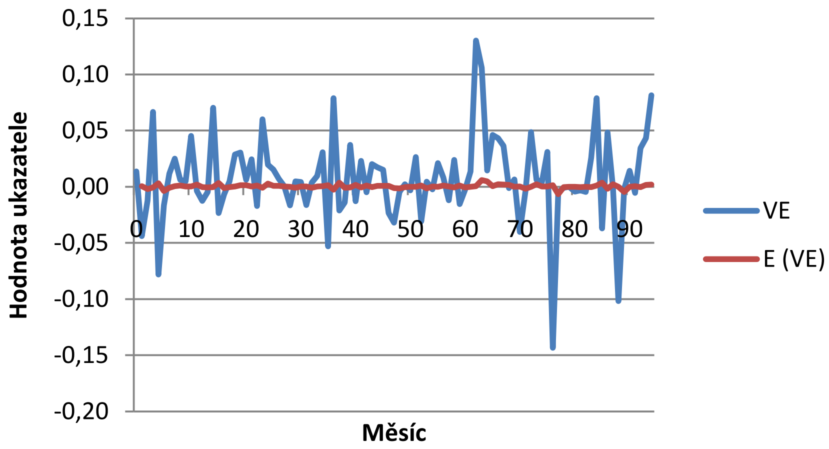
Tab. 4.22 Hodnoty odhadnutých parametrů

α	β	a	b	dt	σ
0	-0,95370	0,95370	0	1	0,03829

Jak můžeme vyčíst z uvedené tabulky, parametr *a* vyjadřující rychlost přibližování k dlouhodobé rovnovážné hodnotě, je 0,95370. Jedná se tedy o mírně podproporcionální tendenci návratu k dlouhodobé rovnováze. Parametr *b*, představující tuto dlouhodobou rovnovážnou úroveň výnosu vlastního kapitálu, je roven 0. Parametr *dt* je opět 1. Směrodatná odchylka je ve výši 0,03829.

Na základě vypočtených parametrů modelu byla dle vzorce (3.23) stanovena střední hodnota výnosu vlastního kapitálu dle Vašíčkova procesu za období 96 měsíců. Tyto modelované hodnoty včetně historického vývoje ukazatele jsou uvedeny v Příloze č. 3. Jejich vývoj lze pozorovat v Grafu 4.12.

Graf 4.12 Vývoj skutečných a odhadnutých hodnot ukazatele V_E



Výnos vlastního kapitálu byl v daném období značně proměnlivý. Nejvyšší úrovní byla hodnota 0,13, nejnižší úrovní hodnota -0,14. Naopak střední hodnoty stanovené modelem vykazují minimální změny a po sledované období jsou téměř konstantní.

4.5 Korelace a kovariance dílčích ukazatelů

Aby bylo možné predikovat vývoj ukazatele *EVA*, je nezbytné znát vzájemné vztahy mezi dílčími ukazateli, které tvoří rozklad *EVA*. Pro tento účel je sestavena korelační a kovarianční matice.

Korelační matice je konstruována tak, že na diagonále matice jsou jedničky a mimo diagonálu koeficienty korelace mezi dvěma ukazateli. Koeficient korelace pak vypovídá o intenzitě a směru vzájemného vztahu mezi danými ukazateli. Korelační matice byla sestrojena dle vzorce (3.46) pomocí funkce *Korelace* v programu *MS Excel*. Jako vstupní data byla použita vzniklá rezidua u jednotlivých ukazatelů, tedy odchylky skutečných hodnot od středních hodnot odhadnutých Vašíčkovým modelem. Hodnoty reziduí jsou uvedeny v Příloze č. 4. Korelační matice je zobrazena v následující tabulce.

Tab. 4.23 Korelační matice reziduí

	EAT/Tr	***Tr/A***	***A/E***	R_E	V_E
EAT/Tr	1	0,12198	-0,06774	-0,49660	0,46283
Tr/A	0,12198	1	0,21097	-0,17776	0,25718
A/E	-0,06774	0,21097	1	0,23151	-0,37091
R_E	-0,49660	-0,17776	0,23151	1	-0,53951
V_E	0,46283	0,25718	-0,37091	-0,53951	1

Koeficient korelace může dosahovat hodnot v rozsahu -1 až 1. Pokud je hodnota koeficientu rovna 1, pak mezi ukazateli existuje pozitivní závislost. Je-li koeficient roven -1, ukazatele se pohybují stejně, ale opačným směrem. Nulový koeficient korelace vypovídá o vzájemné nezávislosti ukazatelů.

Z Tab. 4.23 je patrné, že mezi ukazateli existuje pozitivní i negativní závislost. Největší přímá závislost ve výši 0,46283 je u ukazatelů rentabilita tržeb a výnos vlastního kapitálu. Naopak malou pozitivní závislost (0,12198) lze sledovat mezi ukazateli rentabilita tržeb a obrat aktiv.

Největší negativní korelace je patrná mezi ukazateli výnos vlastního kapitálu (V_E) a náklady vlastního kapitálu (R_E) ve výši -0,53951. To znamená, že vzroste-li výnos vlastního kapitálu, poklesnou zároveň náklady na vlastní kapitál. Nejméně negativně korelované jsou ukazatele rentabilita tržeb a finanční páka (-0,06774).

Pro simulaci *EVA* a výpočet Choleskeho matice je nutné sestavit také kovarianční matici. Na diagonále matice leží rozptyly finančních ukazatelů a mimo diagonálu kovariance mezi danými ukazateli, které vyjadřují závislost mezi jednotlivými ukazateli a také jejich směrodatnými odchylkami. Kovarianční matice byla sestrojena podle vzorce (3.47) pomocí nástroje *Kovariance* v programu *MS Excel*. Vstupními daty byla rezidua dílčích finančních ukazatelů, která jsou uvedena v Příloze č. 4. Kovarianční matice je zobrazena v Tab. 4.24.

Tab. 4.24 Kovarianční matice reziduí

	EAT/Tr	***Tr/A***	***A/E***	R_E	V_E
EAT/Tr	0,15345	0,00206	-0,00360	-0,00095	0,00681
Tr/A	0,00206	0,00185	0,00123	-0,00004	0,00042
A/E	-0,00360	0,00123	0,01842	0,00015	-0,00189
R_E	-0,00095	-0,00004	0,00015	0,00002	-0,00010
V_E	0,00681	0,00042	-0,00189	-0,00010	0,00141

Kovariance mezi dvěma ukazateli může nabývat jakýchkoliv hodnot. Jestliže je kovariance nulová, neexistuje mezi ukazateli žádná statistická závislost. Pokud je kladná, ukazatele reagují na změny stejně, je-li záporná, ukazatele se chovají opačně. Z Tab. 4.24 lze vyčíst, že ukazatele mezi sebou vykazují pozitivní i negativní statistickou závislost.

4.6 Choleskeho dekompoziční matice

Při predikci ukazatele *EVA* musí být zohledněna statistická závislost mezi rezidui finančních ukazatelů. K tomuto účelu je aplikován Choleskeho algoritmus, pomocí něhož je možné zachytit a simulovat statistickou závislost mezi jednolitými ukazateli. Choleskeho algoritmus je tvořen součinem vektoru nezávislých náhodných proměnných z rozdělení N (0;1) a dekompoziční matice *P*, která vyjadřuje závislost mezi rezidui finančních ukazatelů.

Matice *P* je horní trojúhelníková matice odvozená z kovarianční matice a je sestrojena dle pravidel uvedených v kapitole (3.6). Při její konstrukci musí zároveň platit, že součin dekompoziční matice *P* a transformované dekompoziční matice *P* odpovídá kovarianční matici.

Choleskeho dekompoziční matice *P*, která je následně použita v rámci Choleskeho algoritmu k simulaci vývoje ukazatele *EVA*, je zobrazena v Tab. 4.25.

Tab. 4.25 Choleskeho dekompoziční matice *P*

	EAT/Tr	***Tr/A***	***A/E***	R_E	V_E
EAT/Tr	0,39172	0,00525	-0,00919	-0,00242	0,01738
Tr/A	0	0,04272	0,02998	-0,00057	0,00759
A/E	0	0	0,13205	0,00112	-0,01483
R_E	0	0	0	0,00403	-0,00883
V_E	0	0	0	0	0,02743

4.7 Simulace vývoje ukazatele *EVA*

K simulaci budoucího vývoje ukazatele *EVA* je aplikován Vašíčkův proces, což je stochastický proces, ve kterém je obsažena i náhodná složka, kterou nelze matematicky zdůvodnit. V případě, že by náhodná složka nebyla zahrnuta do výpočtu, nebyl by popsán náhodný vývoj, ale jednalo by se o deterministické řešení.

Vzájemné vazby mezi ukazateli jsou zohledněny pomocí Choleskeho algoritmu. Pro simulaci ukazatele *EVA* je použita simulační metoda Monte Carlo, která spočívá v generování velkého množství scénářů. Aby byla zajištěna statistická věrohodnost, je simulace provedena pro 1000 scénářů.

Hodnota ukazatele *EVA* je odhadována na bázi zúženého hodnotového rozpětí při použití rozkladu ukazatele *ROE* dle vztahu (2.6). Poslední známá hodnota ukazatele *EVA* je 57 854,56 tis. Kč a je za měsíc prosinec 2012. Predikce ukazatele *EVA* je provedena pomocí simulace pro 12 následujících měsíců, tedy pro rok 2013.

4.7.1 Simulace ukazatele *EVA* pro 1. měsíc

K simulaci vývoje dílčích finančních ukazatelů, které tvoří rozklad vrcholového ukazatele *EVA*, je u všech ukazatelů použit Vašíčkův model v aritmetickém tvaru.

Při simulaci je nutné provést několik kroků. Nejprve jsou pomocí funkce *Generátor pseudonáhodných čísel* v programu *MS Excel* vygenerovány náhodné proměnné ε z normovaného normálního rozdělení pro 1000 scénářů a 5 kroků, čímž vznikne pět vektorů náhodných veličin z N (0;1). Poté je těchto pět vektorů vynásobeno podle pravidel Choleskeho algoritmu Choleskeho maticí *P*. Tím jsou dopočteny vektory závislých náhodných proměnných $\tilde{z}$, kterými jsou zohledněny vzájemné vazby mezi ukazateli.

V dalším kroku jsou pomocí aritmetického Vašíčkova modelu dle vzorce (3.24) stanoveny hodnoty dílčích finančních ukazatelů, tvořících rozklad *EVA*, tedy rentability aktiv, obratu aktiv, finanční páky, nákladů vlastního kapitálu a výnosu vlastního kapitálu.

Vstupní parametry modelu a poslední známé historické hodnoty těchto ukazatelů potřebné k simulaci Monte Carlo jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 4.26 Vstupní hodnoty pro simulaci Monte Carlo

Ukazatel	**Výchozí hodnota**	***a***	***b***	**σ**
EAT/Tr	0,46930	0,96966	0	0,39221
Tr/A	0,08894	0,74905	0,08189	0,04284
A/E	1,80029	0,09612	2,10875	0,13536
R_E	0,00997	0,73798	0,01976	0,00486
V_E	0,08157	0,95370	0	0,03829
E	887 671			

Pro stanovení hodnoty ukazatele *EVA* je nutné po simulaci vývoje dílčích ukazatelů přepočítat hodnotu výnosu vlastního kapitálu na vlastní kapitál. K určení absolutní hodnoty vlastního kapitálu se použije následující vzorec,

$$E_t = E_{t-1} \cdot \left(1 + V_E\right). \tag{4.2}$$

Jakmile jsou vyčísleny hodnoty všech dílčích ukazatelů pro 1000 scénářů, dosadí se tyto hodnoty do vzorce (2.6) pro výpočet vrcholového ukazatele *EVA*. Následně jsou dopočteny hodnoty ukazatele *EVA* pro 1000 scénářů, čímž je predikován možný vývoj pro první měsíc roku 2013.

Po odhadu ukazatele *EVA* jsou vypočteny základní charakteristiky ukazatele pro první měsíc, tedy střední hodnota, směrodatná odchylka a hodnoty $VaR_{5\%}$ a $VaR_{10\%}$. Hodnota *VaR* je stanovena tak, že jsou simulované hodnoty seřazeny podle velikosti. Jelikož je generováno 1000 pokusů, *VaR* na 5% hladině významnosti je padesátou nejmenší hodnotou a *VaR* na 10% hladině významnosti je stou nejmenší hodnotou. Vypočtené charakteristiky jsou zobrazeny v Tab. 4.27.

Tab. 4.27 Charakteristiky ukazatele *EVA* pro 1. měsíc (v tis. Kč)

Střední hodnota	**Směrodatná odchylka**	$VaR_{5\%}$	$VaR_{10\%}$
-8 053,18	62 917,67	-107 837,84	-80 497,25

Z uvedené tabulky můžeme vyčíst, že vypočtená střední hodnota ukazatele *EVA* je ve výši -8 053,18 tis. Kč. Směrodatná odchylka vyjadřuje, jak se simulované hodnoty liší od střední hodnoty. Pro první měsíc činí 62 917,67 tis. Kč.

Value at Risk (*VaR*) představuje míru rizika, vyjádřenou jako nejmenší predikovaná ztráta na dané hladině pravděpodobnosti. Hodnota $VaR_{5\%}$ je -107 837,84 tis. Kč, což znamená, že predikovaná hodnota *EVA* bude v prvním měsíci s pravděpodobností 5 % menší nebo rovna -107 837,84 tis. Kč. Hodnota $VaR_{10\%}$ ve výši -80 497,25 tis. Kč pak vypovídá o tom, že odhadovaná budoucí hodnota *EVA* bude v prvním měsíci s pravděpodobností 10 % menší nebo rovna -80 497,25 tis. Kč.

V dalším kroku je ověřen typ rozdělení pravděpodobnosti náhodného vývoje ukazatele *EVA*. Nejprve je stanovena minimální a maximální hodnota *EVA*, poté je určen ekvidistantní interval pro stanovených deset intervalů a propočteny meze intervalů. Pomocí funkce *ČETNOSTI* v programu *MS Excel* jsou stanoveny četnosti simulovaných hodnot v jednotlivých intervalech.

V následující tabulce je uvedena minimální a maximální hodnota ukazatele *EVA*, krajní hodnoty stanovených deseti intervalů hodnot *EVA*, výskyt simulovaných hodnot v daném intervalu a pravděpodobnost výskytu v daném intervalu.

Tab. 4.28 Rozdělení pravděpodobnosti ukazatele *EVA* pro 1. měsíc

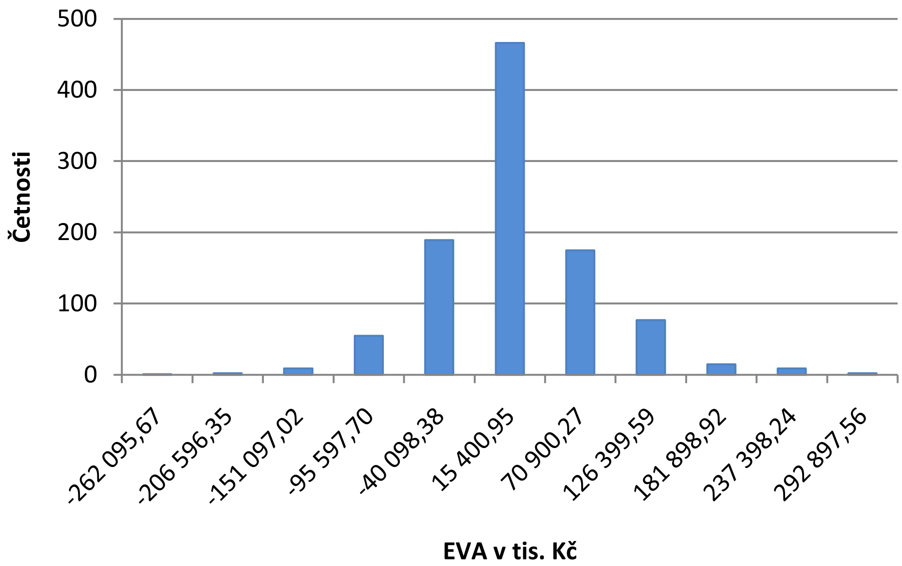
	***EVA* (v tis. Kč)**	**Četnost**	**Pravděpodobnost výskytu**
min	-262 095,67	1	0,1 %
	-206 596,35	2	0,2 %
	-151 097,02	9	0,9 %
	-95 597,70	55	5,5 %
	-40 098,38	189	18,9 %
	15 400,95	466	46,6 %
	70 900,27	175	17,5 %
	126 399,59	77	8 %
	181 898,92	15	1,5 %
	237 398,24	9	0,9 %
max	292 897,56	2	0,2 %

V Tab. 4.28 jsou ve sloupci *EVA* uvedeny mezní hodnoty jednotlivých intervalů, přičemž je deset intervalů a velikost ekvidistantního intervalu je 55 499,39 tis. Kč. Z tabulky je patrné, že nejmenší simulovanou hodnotou ukazatele *EVA* je -262 095,67 tis. Kč, maximální očekávaná hodnota je 292 897,56 tis. Kč.

Budoucí hodnota *EVA* bude s největší pravděpodobností, tedy s pravděpodobností 46,60 %, ležet v intervalu $\langle -40\,098{,}38; 15\,400{,}95 \rangle$, neboť se v tomto intervalu vyskytuje 466 hodnot ze všech 1000 simulovaných.

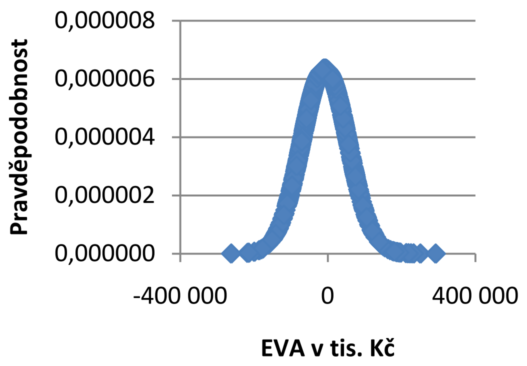
V Grafu 4.13 je znázorněno rozložení pravděpodobnosti.

Graf 4.13 Rozdělení pravděpodobnosti ukazatele *EVA* dle četností pro 1. měsíc

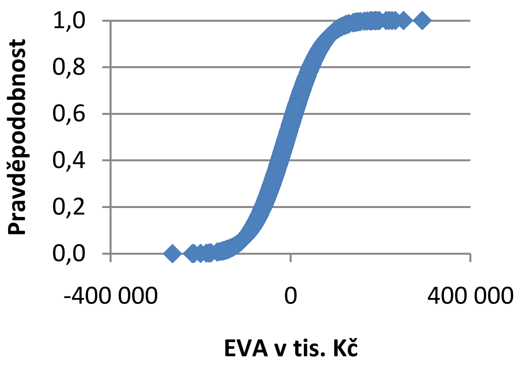


Z uvedeného grafu je patrné normální rozdělení pravděpodobnosti ukazatele *EVA*. Pro úplnost je sestrojen také graf hustoty pravděpodobnosti a graf distribuční funkce.

Graf 4.14 Hustota pravděpodobnosti



Graf 4.15 Distribuční funkce



Z výše uvedených grafů je zřejmé, že očekávaná hodnota ukazatele *EVA* se v prvním měsíci pohybuje v záporných i kladných hodnotách, avšak záporné hodnoty převažují. S pravděpodobností 55,09 % bude *EVA* menší nebo rovna nule. Lze tedy konstatovat, že s pravděpodobností 44,91 % bude podnik v prvním měsíci vykazovat kladnou ekonomickou přidanou hodnotu.

4.7.2 Simulace ukazatele *EVA* pro 2. měsíc

Postup při simulaci hodnoty dílčích ukazatelů a ukazatele *EVA* je v druhém měsíci téměř stejný. V prvním kroku jsou vygenerována náhodná čísla ε z normovaného normálního rozdělení prostřednictvím *Generátoru pseudonáhodných čísel*. Opět je generováno 1000 scénářů pro 5 ukazatelů, tedy 5 kroků. Poté jsou tyto náhodné proměnné vynásobeny Choleskeho maticí *P*, čímž je vytvořen Choleskeho algoritmus. Takto vzniklé vektory představují náhodné proměnné zohledňující vazby mezi jednotlivými ukazateli, které jsou použity k odhadu ukazatelů.

K simulaci vývoje ukazatelů je opět aplikován aritmetický tvar Vašíčkova modelu. Vstupní parametry modelu jsou shodné s prvním měsícem. Jediný rozdíl ve výpočtu oproti prvnímu měsíci spočívá v tom, že jsou za výchozí hodnoty dosazeny příslušné simulované hodnoty jednotlivých pokusů daného ukazatele v prvním měsíci, nikoliv poslední reálné hodnoty.

Hodnota ukazatele *EVA* je opět vypočtena podle vzorce (2.6) dosazením simulovaných hodnot dílčích ukazatelů. Do výpočtu vstupuje ukazatel vlastní kapitál, jehož hodnota je odvozena od výnosu vlastního kapitálu podle vztahu (4.2). Součástí predikce jsou také vypočtené charakteristiky *EVA*, tedy střední hodnota, směrodatná odchylka a hodnota *VaR* na 5% a 10% hladině významnosti, které jsou zobrazeny v Tab. 4.29.

Tab. 4.29 Charakteristiky ukazatele *EVA* pro 2. měsíc (v tis. Kč)

Střední hodnota	**Směrodatná odchylka**	$VaR_{5\%}$	$VaR_{10\%}$
-13 097,72	61 892,64	-104 479,12	-82 796,92

Z Tab. 4.29 můžeme vyčíst, že střední (průměrnou) hodnotou ukazatele *EVA* je v druhém měsíci hodnota -13 097,72 tis. Kč. Ve srovnání s prvním měsícem klesla o 5 044,54 tis. Kč. Směrodatná odchylka, vyjadřující odchylku hodnot od střední hodnoty, je oproti předchozímu měsíci také nižší a je ve výši 61 892,64 tis. Kč. Hodnota *VaR* na 5% hladině významnosti je -104 479,12 tis. Kč. S pravděpodobností 5 % tedy bude *EVA* menší nebo stejná. $VaR_{10\%}$ znamená, že *EVA* bude s pravděpodobností 10 % menší nebo rovna -82 796,92 tis. Kč.

Následně je ověřeno rozdělení pravděpodobnosti. K tomuto účelu je určena minimální a maximální hodnota ze všech simulovaných hodnot *EVA* a dále je vypočtena velikost ekvidistantního intervalu, kterým je dána šířka deseti stanovených intervalů, v nichž se může hodnota *EVA* pohybovat a dopočteny meze intervalů. Prostřednictvím funkce *ČETNOSTI* jsou dopočteny četnosti simulovaných hodnot v jednotlivých intervalech.

Meze stanovených intervalů, výskyt hodnot *EVA* v těchto intervalech a pravděpodobnost výskytu je uvedena v Tab. 4.30.

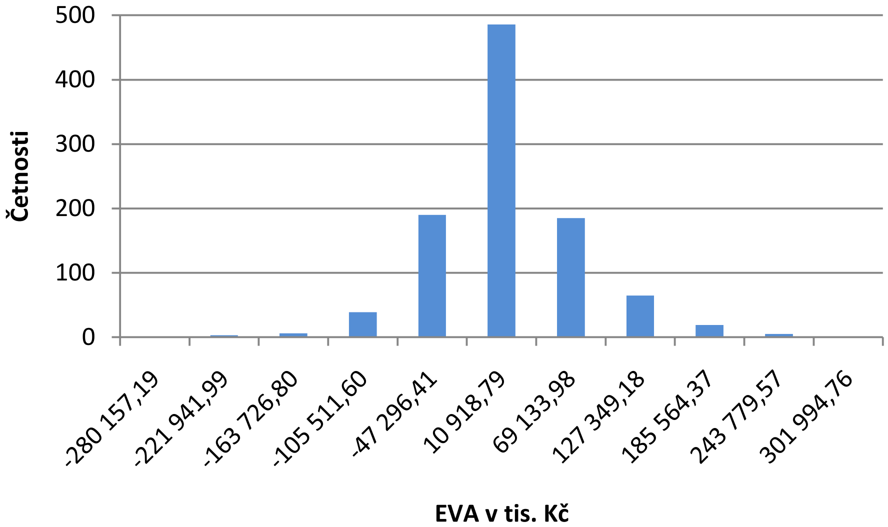
Tab. 4.30 Rozdělení pravděpodobnosti ukazatele *EVA* pro 2. měsíc

	***EVA* (v tis. Kč)**	**Četnost**	**Pravděpodobnost**
min	-280 157,19	1	0,1 %
	-221 941,99	3	0,3 %
	-163 726,80	6	0,6 %
	-105 511,60	39	3,9 %
	-47 296,41	190	19 %
	10 918,79	486	48,6 %
	69 133,98	185	18,5 %
	127 349,18	65	6,5 %
	185 564,37	19	1,9 %
	243 779,57	5	0,5 %
max	301 994,76	1	0,1 %

Z uvedené tabulky vyplývá, že minimální simulovaná hodnota pro druhý měsíc je -280 157,19 tis. Kč a maximální hodnotou *EVA* je 301 994,76 tis. Kč. Velikost ekvidistantního intervalu pro deset intervalů je 58 215,19 tis. Kč. Hodnota ukazatele *EVA* se bude v druhém měsíci s největší pravděpodobností, tedy 48,60 %, nacházet v intervalu $\left(-47\,296{,}41; 10\,918{,}79\right\rangle$, jelikož v tomto intervalu leží 486 hodnot.

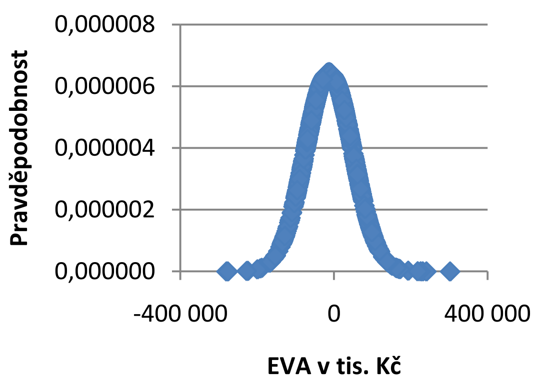
Rozdělení pravděpodobnosti je znázorněno v Grafu 4.16. Z grafu je patrné normální rozdělení pravděpodobnosti ukazatele *EVA*.

Graf 4.16 Rozdělení pravděpodobnosti ukazatele *EVA* dle četností pro 2. měsíc

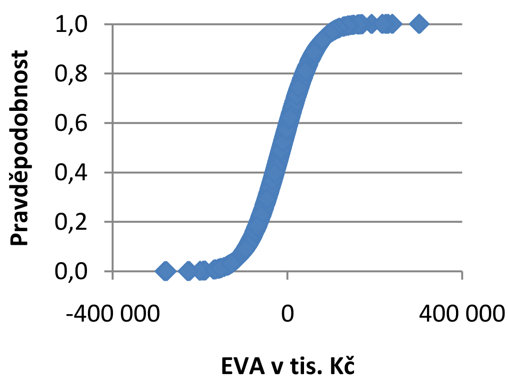


Na závěr je opět sestaven graf hustoty a graf distribuční funkce.

Graf 4.17 Hustota pravděpodobnosti



Graf 4.18 Distribuční funkce



Z grafů je zřejmé, že predikovaná hodnota *EVA* se pohybuje v kladných i záporných hodnotách, přičemž záporná *EVA* mírně převažuje. S pravděpodobností 58,38 % bude *EVA* záporná nebo rovna nule. Pravděpodobnost, že bude *EVA* kladná, je 41,62 %.

4.7.3 Odhadovaný vývoj ukazatele *EVA* pro 12 následujících měsíců

Při simulaci vývoje *EVA* v následujících měsících se postupuje stejným způsobem jako v předchozím případě. Jako výchozí hodnoty jsou použity vždy příslušné simulované hodnoty předchozího měsíce. Takto je predikován pomocí simulace vývoj ukazatele *EVA* pro následujících 12 měsíců.

Po stanovení tisíce možných hodnot ukazatele *EVA* v daném měsíci jsou pro každý měsíc opět vypočteny základní charakteristiky, tedy střední hodnota, směrodatná odchylka, $VaR_{5\%}$ a $VaR_{10\%}$. Tyto údaje jsou prezentovány v Tab. 4.31.

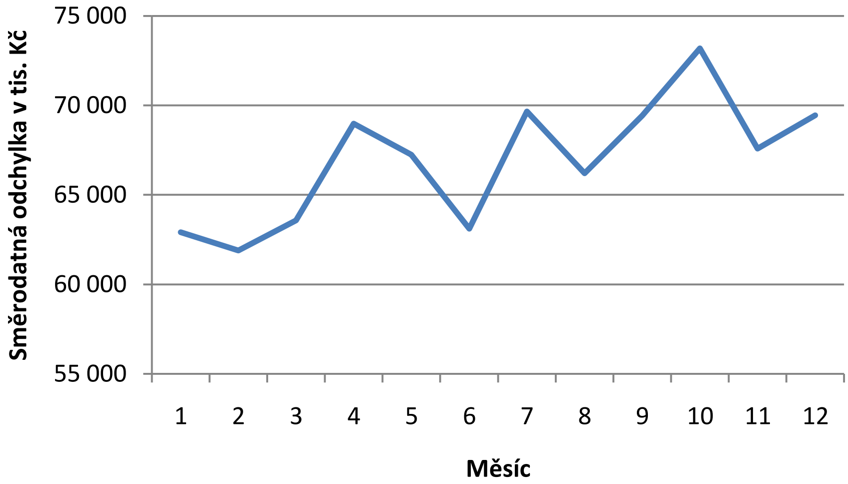
Tab. 4.31 Charakteristiky ukazatele *EVA* pro 3. – 12. měsíc (v tis. Kč)

Měsíc	Střední hodnota	Směrodatná odchylka	$VaR_{5\%}$	$VaR_{10\%}$
3.	-16 523,87	63 576,58	-112 319,68	-83 209,55
4.	-12 244,35	68 978,52	-109 924,43	-86 229,08
5.	-15 510,42	67 250,31	-120 687,12	-85 201,13
6.	-14 024,42	63 116,80	-113 381,20	-85 512,78
7.	-13 864,27	69 659,59	-117 793,41	-88 314,42
8.	-16 812,66	66 208,34	-124 078,78	-91 692,14
9.	-10 046,73	69 418,17	-114 842,70	-86 810,10
10.	-17 547,14	73 176,40	-132 095,80	-94 252,85
11.	-12 961,32	67 585,25	-108 504,98	-85 660,02
12.	-14 140,00	69 436,40	-120 011,88	-95 621,52

Z Tab. 4.31 lze vyčíst, že střední hodnota *EVA* je ve všech měsících záporná. Volatilita vyjádřená směrodatnou odchylkou se v tomto období pohybuje v rozmezí 61 892,64 - 73 176,40 tis. Kč. Hodnota *VaR* na 5% a 10% hladině významnosti je ve všech měsících záporná. Hodnoty $VaR_{5\%}$ se pohybují v intervalu $\langle -132\,095{,}80; -104\,479{,}12 \rangle$, hodnoty $VaR_{10\%}$ se nachází v intervalu $\langle -95\,621{,}52; -80\,497{,}25 \rangle$.

Odhadovaný vývoj směrodatné odchylky je pro dvanáct následujících měsíců znázorněn v Grafu 4.19.

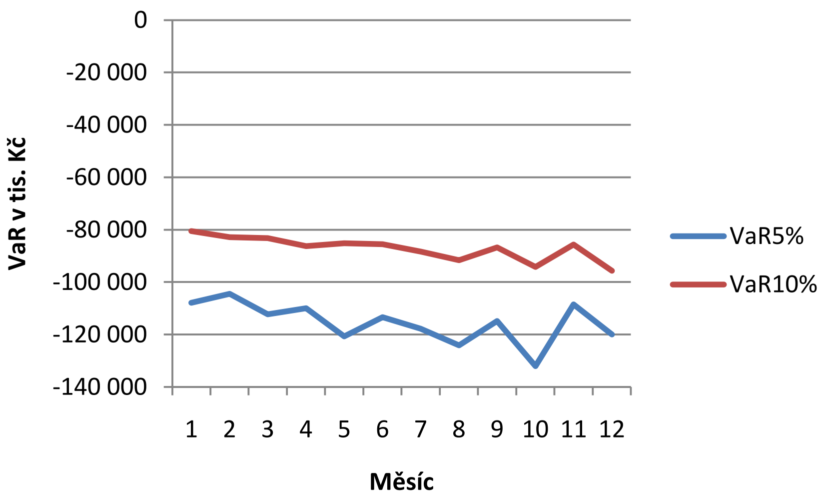
Graf 4.19 Odhadovaný vývoj směrodatné odchylky ukazatele *EVA*



V Grafu 4.19 je znázorněn vývoj odhadované směrodatné odchylky ukazatele *EVA*, který má vzestupný trend. To lze vysvětlit tím, že směrodatná odchylka vyjadřuje míru rizika a predikce na delší časový horizont je spojena s větším rizikem. Nejnižší je směrodatná odchylka v druhém měsíci, kdy dosahuje hodnoty 61 862,64 tis. Kč. To znamená, že o tuto hodnotu se simulované hodnoty liší od své střední hodnoty. V desátém měsíci je směrodatná odchylka 73 176,40 tis. Kč, což je nejvyšší hodnota ve sledovaném období.

Pro přehlednost je také graficky znázorněna odhadovaná hodnota *Value at Risk* na 5% a 10% hladině významnosti ve všech měsících roku 2013. Vývoj *VaR* je zachycen v následujícím grafu.

Graf 4.20 Odhadovaný vývoj $VaR_{5\%}$ *a* $VaR_{10\%}$ ukazatele *EVA* pro 12 měsíců



Z uvedeného grafu je zřejmé, že hodnota *VaR* na 5% i 10% hladině významnosti má v čase sestupnou tendenci. $VaR_{5\%}$ je nejvyšší v druhém měsíci, kdy činí -104 479,12 tis. Kč. Naopak nejnižší hodnoty, -132 095,80 tis. Kč, je dosaženo v desátém měsíci. Maximální hodnota $VaR_{10\%}$ se vyskytuje v prvním měsíci ve výši -80 497,25 tis. Kč, minimální hodnotou je -95 621,52 tis. Kč v posledním měsíci roku. S pravděpodobností 5 % tedy bude hodnota ukazatele *EVA* v jednotlivých měsících menší nebo rovna hodnotě $VaR_{5\%}$, s pravděpodobností 10 % pak bude *EVA* menší nebo rovna hodnotě $VaR_{10\%}$ daného měsíce.

Pro každý měsíc byly dále simulovaným hodnotám *EVA* spočteny kvantily 1 %, 5 %, 95 % a 99 %. Jejich hodnoty společně s minimálními, maximálními a středními hodnotami ukazatele *EVA* pro jednotlivé měsíce jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tab. 4.32 Parametry simulace rozdělení pravděpodobnosti *EVA* pro 1. - 6. měsíc

v tis. Kč	1.	2.	3.	4.	5.	6.
E (*EVA*)	-8 053,18	-13 097,72	-16 523,87	-12 244,35	-15 510,42	-14 024,42
EVA_{min}	-262 095,67	-280 157,19	-310 653,21	-265 811,92	-273 073,08	-267 265,94
EVA_{max}	292 897,56	301 994,76	294 631,30	371 494,32	332 422,26	282 674,80
1%	-154 421,56	-157 081,52	-164 425,11	-172 712,39	-171 958,03	-160 856,07
5%	-111 543,53	-114 902,05	-121 098,03	-125 703,93	-126 127,33	-117 842,33
95%	95 437,18	88 706,61	88 050,30	101 215,22	95 106,50	89 793,48
99%	138 315,21	130 886,08	131 377,37	148 223,69	140 937,20	132 807,22

Tab. 4.33 Parametry simulace rozdělení pravděpodobnosti *EVA* pro 7. – 12. měsíc

v tis. Kč	7.	8.	9.	10.	11.	12.
E (*EVA*)	-13 864,27	-16 812,66	-10 046,73	-17 547,14	-12 961,32	-14 140,00
EVA_{min}	-336 515,60	-302 943,41	-277 958,55	-347 684,76	-365 141,36	-244 863,91
EVA_{max}	338 546,30	266 590,18	352 263,16	357 530,22	308 331,74	317 882,40
1%	-175 916,71	-170 836,29	-171 537,55	-187 780,91	-170 188,11	-175 673,23
5%	-128 444,10	-125 715,69	-124 229,47	-137 911,61	-124 129,16	-128 352,72
95%	100 715,56	92 090,36	104 136,00	102 817,33	98 206,52	100 072,72
99%	148 188,16	137 210,97	151 444,09	152 686,63	144 265,48	147 393,22

Z výsledků je patrné, že střední hodnota *EVA,* nebo také průměrná hodnota všech 1000 simulovaných scénářů, v daném období mírně kolísá, avšak ve všech měsících je záporná. Na začátku roku je střední hodnota ve výši -8 053,18 tis. Kč, na konci roku ve výši -14 140 tis. Kč. Za pozitivní lze považovat, že střední hodnota *EVA* nemá klesající trend. Střední hodnota ukazatele *EVA* za rok tedy činí -164 826,08 tis. Kč.

Minimální hodnota *EVA* v jednotlivých měsících vykazuje značné výkyvy. Minimální hodnoty celého roku se pohybují v intervalu $\langle -365\,141\,360; -244\,863\,910 \rangle$, přičemž nejnižší hodnota, které může být v celém roce dosaženo, tedy -365 141,36 tis. Kč, se vyskytuje v jedenáctém měsíci roku.

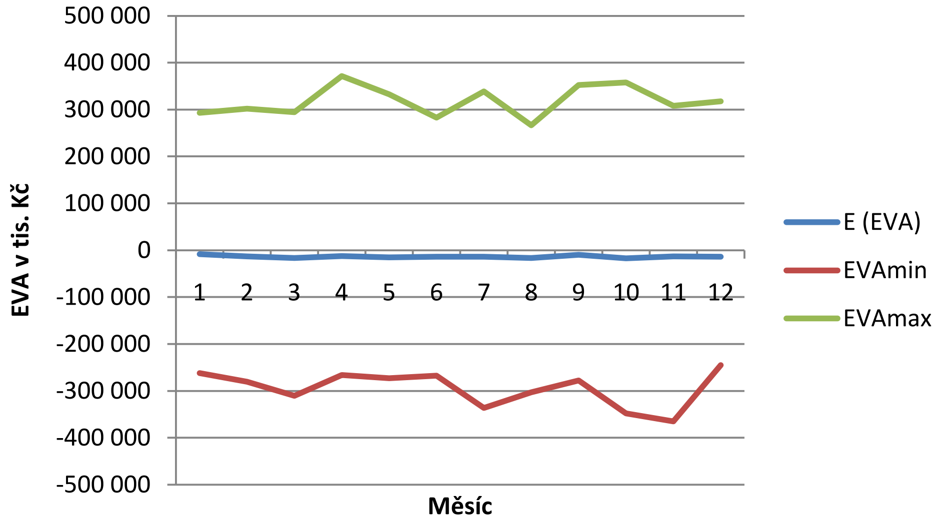
Stejně jako v předchozím případě, také odhadovaný vývoj maximální hodnoty *EVA* je nestabilní. Maximální hodnoty, které může podnik vykazovat v průběhu roku, se pohybují v rozmezí $\langle 266\,590\,180; 371\,494\,320 \rangle$. Nejvyšší predikovanou hodnotou ukazatele *EVA* na rok 2013 je tedy hodnota 371 494,32 tis. Kč ve čtvrtém měsíci.

Hodnoty kvantilů 1 % a 5 % mají klesající trend. Kvantil 1 % je v prvním měsíci ve výši -154 421,56 tis. Kč, což znamená, že s pravděpodobností 99 % bude hodnota *EVA* větší nebo rovna této hodnotě. V posledním měsíci roku je hodnota kvantilu -175 673,23 tis. Kč. Kvantil 5 % je na začátku roku ve výši -111 543,53 tis. Kč a vyjadřuje, že s pravděpodobností 95 % bude odhadovaná hodnota *EVA* větší nebo shodná s touto hodnotou. Kvantil 5 % na konci roku pak činí -128 352,72 tis. Kč. Pro tyto kvantily tedy platí, že s 1%-ní a 5%-ní pravděpodobností bude *EVA* ve sledovaném období stejná nebo menší než hodnota daného kvantilu.

Kvantily 95 % a 99 % v průběhu roku mírně rostou. V prvním měsíci roku je hodnota kvantilu 95 % ve výši 95 437,18 tis. Kč a s pravděpodobností 5 % bude *EVA* větší nebo rovna tomuto kvantilu. Kvantil 95 % pro poslední měsíc činí 100 072,72 tis. Kč. Hodnota kvantilu 99 % vypovídá o tom, že s pravděpodobností 1 % bude *EVA* v prvním měsíci větší nebo rovna 138 315,21 tis. Kč a v posledním měsíci větší nebo rovna 147 393,22 tis. Kč. S pravděpodobností 95 % a 99 % tedy budou hodnoty *EVA* v jednotlivých měsících menší nebo totožné s hodnotami těchto kvantilů.

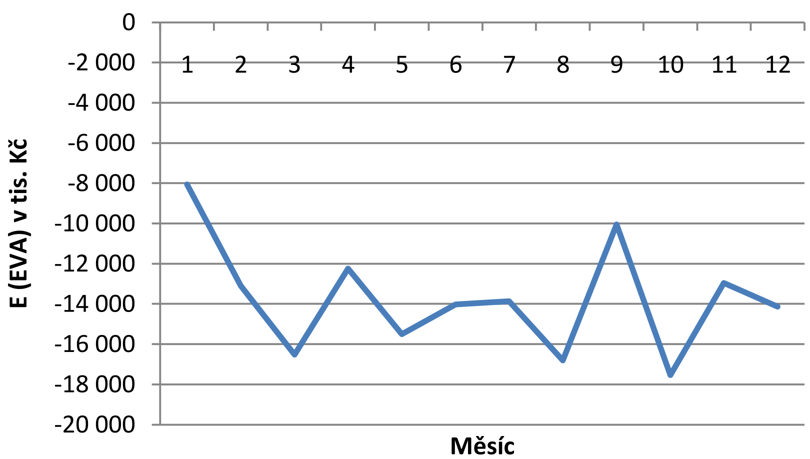
Pro lepší přehlednost je vývoj predikované střední hodnoty, minimální a maximální hodnoty *EVA* pro 12 následujících měsíců znázorněn v následujícím grafu.

Graf 4.21 Vývoj střední hodnoty, minimální a maximální hodnoty ukazatele *EVA*



Z Grafu 4.21 je zřejmé, že vývoj střední hodnoty *EVA* je v horizontu dvanácti měsíců poměrně stabilní, avšak v průběhu roku dochází k mírným výkyvům. Střední (očekávaná) hodnota se pohybuje v intervalu $\langle -8\,053{,}18; -17\,547{,}14 \rangle$. Minimální a maximální hodnoty jsou v průběhu roku nestabilní. Fluktuace střední hodnoty *EVA* v jednotlivých měsících je patrná v Grafu 4.22.

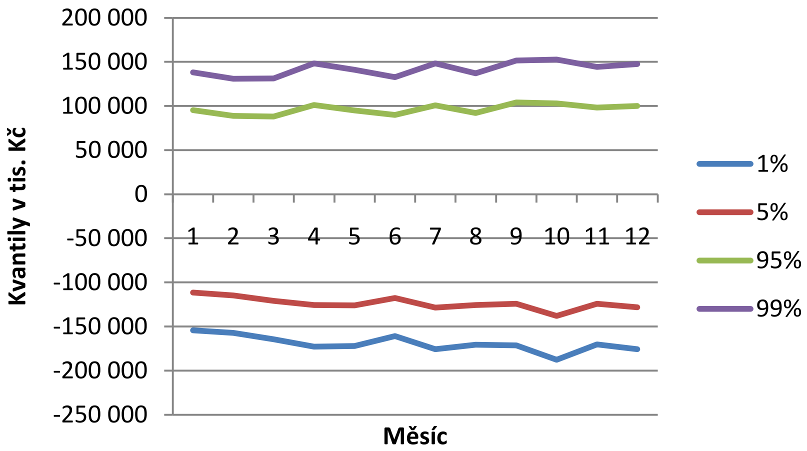
Graf 4.22 Očekávaný vývoj střední hodnoty ukazatele *EVA* pro 12 měsíců



Z uvedeného grafu lze vyčíst, že střední (očekávaná) hodnota ukazatele *EVA* je po celé sledované období záporná. Nejvyšší predikovaná střední hodnota je dosažena v prvním měsíci a činí -8 053,18 tis. Kč. Naopak nejnižší je střední hodnota v desátém měsíci ve výši -17 547,14 tis. Kč.

V Grafu 4.23 je znázorněna predikce rozdělení pravděpodobnosti *EVA* podle kvantilů.

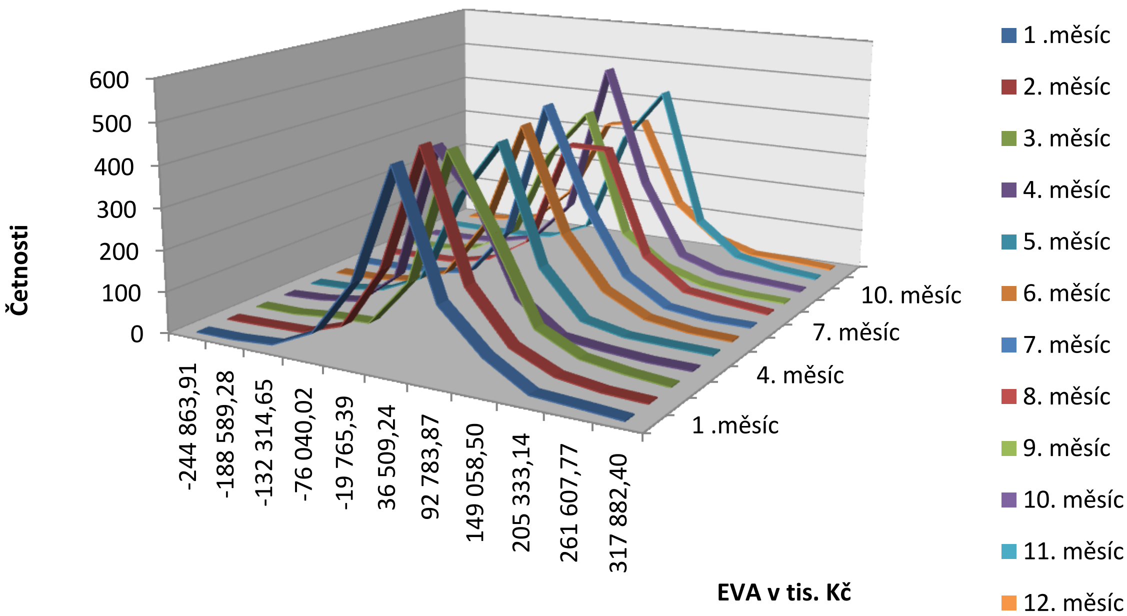
Graf 4.23 Predikce rozdělení pravděpodobnosti *EVA* dle kvantilů



Z Grafu 4.23 je patrné, že kvantily 95 % a 99 % mají rostoucí trend, naopak kvantily 1 % a 5 % v čase klesají.

V následujícím grafu je zobrazena hustota rozdělení pravděpodobnosti *EVA* pro predikované období 12 měsíců.

Graf 4.24 Rozdělení pravděpodobnosti ukazatele *EVA* dle predikovaných měsíců



Z Grafu 4.24 je zřejmé, že tisíc simulovaných hodnot ukazatele *EVA* v každém měsíci nabývá kladných i záporných čísel. Z hlediska počtu převažují záporné hodnoty. Intervaly s největší četností výskytu hodnot *EVA* a pravděpodobnost výskytu v intervalu, jsou zobrazeny v Tab. 4.34. V tabulce je také pro každý měsíc uvedena pravděpodobnost, se kterou bude *EVA* menší nebo rovna nule.

Tab. 4.34 Intervaly s největší četností výskytu a pravděpodobnost záporné *EVA*

Měsíc	Interval s největší četností výskytu (v tis. Kč)	Pravděpodobnost výskytu v intervalu	Pravděpodobnost *EVA*≤0
1.	-40 098 - 15 401	46,60%	55,09%
2.	-47 296 - 10 918	48,60%	58,38%
3.	-68 539 - (-8 011)	45,50%	60,25%
4.	-74 620 - (-10 889)	43,00%	57,04%
5.	-30 875 - 29 675	43,00%	59,12%
6.	-47 290 - 7 704	45,00%	58,79%
7.	-66 491 - 1 015	47,90%	57,89%
8.	-18 177 - 38 777	35,80%	60,02%
9.	-25 870 - 37 152	42,10%	55,75%
10.	-65 599 - 4 923	51,70%	59,48%
11.	-28405 - 38 943	44,80%	57,60%
12.	-19 765 - 36 509	33,90%	58,07%

Z uvedené tabulky je zřejmé, že podnik může v jednotlivých měsících vykazovat kladnou i zápornou hodnotu *EVA*. Vzhledem k tomu, že odhadovaná střední hodnota je pro všechny měsíce záporná, můžeme očekávat, že *EVA* bude zřejmě záporná. Pravděpodobnost, že bude *EVA* záporná, je pro jednotlivé měsíce okolo 60 %.

Obecně lze konstatovat, že podnik bude s největší pravděpodobností vykazovat v následujících 12 měsících zápornou hodnotu *EVA*, což znamená, že dojde k úbytku hodnoty pro akcionáře. Vypovídá o tom záporná střední hodnota ukazatele v každém měsíci a také intervaly, ve kterých se s největší pravděpodobností bude vyskytovat.

Z analýzy historické řady ukazatele *EVA* bylo zjištěno, že podnik vykazoval v některých měsících daného období kladnou *EVA*. Pro některé měsíce predikovaného období můžeme tedy očekávat také kladné hodnoty ukazatele. Vypovídá o tom i fakt, že intervaly s největší pravděpodobností výskytu *EVA* mají v některých měsících své meze z velké části v kladných číslech. Pravděpodobnost, že bude hodnota *EVA* dosahovat kladných čísel, je cca 40 %.

V konečném důsledku tedy podnik hodnotu pro vlastníky nevytváří, z čehož vyplývá, že náklady kapitálu jsou vyšší, než zhodnocení podniku. Měla by být proto přijata a realizována opatření, která povedou k růstu ekonomické přidané hodnoty.

V práci byla hodnota *EVA* vyčíslena na bázi zúženého hodnotového rozpětí. Z tohoto způsobu výpočtu je zřejmé, že výkonnost podniku vyjádřená ukazatelem *EVA*, je ovlivněna rentabilitou vlastního kapitálu (*ROE*), náklady vlastního kapitálu (R_E) a hodnotou vlastního kapitálu (*E*). Pokud se vedení podniku zaměří na zvýšení hodnoty *EVA*, mělo by se orientovat na změny *ROE* a R_E, tedy na zvýšení rentability vlastního kapitálu a snížení nákladů na vlastní kapitál. V Tab. 4.35 jsou uvedeny změny *ROE* a R_E, které povedou ke snížení pravděpodobnosti záporné hodnoty *EVA* v následujících šesti měsících.

Tab. 4.35 Přehled změn ukazatelů *ROE* a R_E pro 6 následujících měsíců

Měs.	Δ*ROE* v %	Δ*ROE* absolutně	ΔR_E v %	ΔR_E absolutně	Kombinace				P-st *EVA*≤0
					Δ*ROE* v %	Δ*ROE* absolutně	ΔR_E v %	ΔR_E absolutně	
1.	+400 %	+2,76 p.b.	-372 %	-6,34 p.b.	+300 %	+2,07 p.b.	-50 %	-0,85 p.b.	20 %
2.	+500 %	+1,73 p.b.	-357 %	-6,79 p.b.	+380 %	+1,32 p.b.	-50 %	-0,95 p.b.	20 %
3.	+500 %	+0,003 p.b.	-380 %	-7,39 p.b.	+380 %	+0,002 p.b.	-50 %	-0,97 p.b.	20 %
4.	+650 %	+3,37 p.b.	-370 %	-7,33 p.b.	+510 %	+2,65 p.b.	-50 %	-0,99 p.b.	20 %
5.	+600 %	+0,95 p.b.	-380 %	-7,55 p.b.	+380 %	+0,60 p.b.	-50 %	-0,99 p.b.	20 %
6.	+450 %	+1,50 p.b.	-350 %	-6,94 p.b.	+350 %	+1,16 p.b.	-50 %	-0,99 p.b.	20 %

Z Tab. 4.35 je patrné, že pro snížení pravděpodobnosti záporné *EVA* je nutné, aby se výrazně změnily oba ukazatele. Jestliže se podnik pokusí navýšit hodnotu *EVA* pouze zvýšením rentability vlastního kapitálu, muselo by v prvním měsíci dojít k navýšení rentability o 400 %, tj. absolutně o 2,76 p. b. (procentních bodů) a ve čtvrtém měsíci dokonce o 600 %, což představuje zvýšení o 3,37 p. b. V následující tabulce je pro názornost uvedeno několik variant změn ukazatelů tvořících rozklad *ROE*, které povedou k navýšení *ROE* o 400 % v prvním měsíci.

Tab. 4.36 Přehled změn ukazatelů tvořících rozklad *ROE*

Varianta	Δ*ROE* +400 %					
	Δ(*EAT/Tr*) relativně	Δ(*EAT/Tr*) absolutně	Δ(*Tr/A*) relativně	Δ(*Tr/A*) absolutně	Δ(*A/E*) relativně	Δ(*A/E*) absolutně
1	+150 %	+0,0329	+100 %	+0,0862	+100 %	+1,8258
2	+100 %	+0,0219	+150 %	+0,1293	+100 %	+1,8258
3	+100 %	+0,0219	+100 %	+0,0862	+150 %	+2,7387
4	+60 %	+0,0131	+150 %	+0,1293	+150 %	+2,7387
5	+150 %	+0,0329	+60 %	+0,0517	+150 %	+2,7387
6	+150 %	+0,0329	+150 %	+0,1293	+60 %	+1,0955

Z uvedené tabulky je zřejmé, že při zvýšení jednoho ukazatele o 150 % je nutné, aby došlo k nárůstu dvou dalších ukazatelů o 100 %. Jestliže dojde k zvýšení dvou ukazatelů o 150 %, je nezbytné třetí ukazatel navýšit o 60 %. Kombinací změn dílčích ukazatelů, které povedou ke zvýšení *ROE* je mnoho, nicméně pro zvýšení *ROE* o 400 % je nutné, aby podnik dosahoval výrazně vyšších hodnot těchto dílčích ukazatelů.

Z Tab. 4.35 je dále patrné, že pokud se podnik zaměří pouze na snížení nákladů vlastního kapitálu, musel by tyto náklady v prvním měsíci snížit o 372 %, absolutně o 6,34 p. b., což je nereálné, neboť by byly záporné.

Nejlepší variantou jak navýšit hodnotu *EVA* je tedy kombinace zvýšení rentability vlastního kapitálu a snížení nákladů na vlastní kapitál. Za předpokladu snížení R_E o 50 % by podnik musel v prvním měsíci navýšit *ROE* o 300 %, absolutně tedy o 2,07 p. b., ve čtvrtém měsíci až o 510 %, tj. absolutně o 2,65 p. b. Z těchto výsledků je patrné, že nárůst ziskovosti vlastního kapitálu o 300 % a snížení nákladů vlastního kapitálu o polovinu v prvním měsíci je v praxi zřejmě nereálné, nicméně podnik by měl přijmout opatření, která povedou k růstu hodnoty *EVA* a tvorbě hodnoty.

Výše *ROE* závisí na tom, zda je podnik schopen zhodnotit vložené zdroje. Důležité je, kolik čistého zisku dokáže vytvořit z koruny vlastního kapitálu. Podnik by se v této oblasti měl zaměřit především na růst čistého zisku. Jestliže se podaří zvýšit zisk při konstantních nákladech vlastního kapitálu a objemu vlastního kapitálu, hodnota *EVA* poroste.

Dominantními položkami, které ovlivňují velikost čistého zisku podniku XY, jsou tržby z prodeje výrobků a služeb a výkonová spotřeba, tedy náklady na spotřebu materiálu, energie a náklady na přijaté služby. V souvislosti se zvyšováním *ROE* by se tedy mělo vedení podniku orientovat na růst tržeb a snižování provozních nákladů. V oblasti zvyšování tržeb by měly být realizovány takové aktivity, jako je podpora prodeje formou různé propagace, rozšíření sortimentu nabízených služeb, vypracování nové marketingové strategie, úprava cenové politiky a další aktivity, které přispějí k navýšení tržeb. Úspory provozních nákladů pak lze dosáhnout např. výběrem levnějšího dodavatele materiálu, energie a dalších služeb, efektivnějším využitím materiálu, prodejem zastaralé techniky a zařízení a nahrazení modernějšími technologiemi apod.

Dalším faktorem ovlivňujícím výši *EVA* jsou náklady na vlastní kapitál, které lze chápat jako výnosnost požadovanou vlastníky podniku. Pokud se podaří podniku snížit výši těchto nákladů při stávající rentabilitě vlastního kapitálu, dojde k navýšení hodnoty *EVA*.

Při výpočtu R_E stavebnicovou metodou jsou R_E stanoveny hodnotou rizikových přirážek a bezrizikové sazby. Jednou z možností snížení R_E je tedy snížení hodnoty rizikových přirážek. To lze uskutečnit navýšením úplatných zdrojů, tj. vlastního kapitálu, bankovních úvěrů nebo obligací, pro snížení rizikové přirážky charakterizující velikost podniku. Při zvýšení úvěrů či obligací dojde k nárůstu cizího kapitálu, který je pro podnik levnější než vlastní kapitál. Další možností je zvýšení rentability aktiv za účelem snížení rizikové přirážky charakterizující produkční sílu, což je opět vázáno na dosahování vyšší úrovně zisku. Pro nižší rizikovou přirážku finanční stability je pak nutné zlepšit celkovou likviditu podniku.

Při vyčíslení hodnoty *EVA* je tedy významné hodnotové rozpětí (spread) mezi ukazateli *ROE* a R_E, které vypovídá o tom, zda je rentabilita vložených zdrojů vyšší, než náklady na tento kapitál. Jestliže bude spread (*ROE* - R_E) kladný, bude firma tvořit hodnotu pro vlastníky.

Hlavním cílem vedení podniku XY v souvislosti s hodnocením finanční výkonnosti a řízením ukazatele *EVA* by měl být rostoucí trend *EVA* a také přechod střední hodnoty *EVA* do kladných čísel. Tak bude vytvořena ekonomická přidaná hodnota a poroste bohatství vlastníků.

5 ZÁVĚR

V diplomové práci byla ověřena možnost predikce ekonomické přidané hodnoty na reálných datech vybraného podniku z elektrotechnického odvětví. Predikce byla provedena pomocí simulace odhadnutých stochastických procesů dílčích finančních ukazatelů tvořících rozklad ukazatele *EVA* metodou Monte Carlo.

V prvním části práce byla definována výkonnost podniku a popsány přístupy jejího měření. Také byly podrobně charakterizovány vybrané moderní měřítka výkonnosti podniku.

V druhé části byly popsány možnosti predikce finančních ukazatelů pomocí stochastických procesů. Dále byla přiblížena simulační metoda Monte Carlo, metody stanovení nákladů kapitálu, testy statistické významnosti, Choleskeho algoritmus a další metody a postupy použité při predikci.

Poslední část je praktickou částí práce a je zaměřena na predikci ekonomické přidané hodnoty. Na začátku kapitoly jsou uvedeny základní informace o vybraném podniku, základní popisné statistiky vstupních ukazatelů a také časová řada *EVA* za předchozí období. Poté je popsán postup při predikci *EVA*, tedy aplikace stochastického procesu na dílčí ukazatele, testy statistické významnosti, Choleskeho algoritmus a odhad budoucí hodnoty *EVA* metodou Monte Carlo pro dvanáct následujících měsíců. Výsledné hodnoty jsou doplněny grafy a také statistickým vyhodnocením.

Budoucí hodnota ukazatele *EVA* byla vypočtena na bázi zúženého hodnotového rozpětí. Pro simulaci vývoje dílčích finančních ukazatelů tvořících rozklad *EVA*, tedy rentabilitu vlastního kapitálu, obrat aktiv, finanční páku, náklady kapitálu a vlastní kapitál, byl použit Vašíčkův model v aritmetickém tvaru. Vlastní kapitál byl pro simulaci z důvodu nestacionarity nahrazen výnosem vlastního kapitálu. Ke stanovení nákladů vlastního kapitálu byla aplikována stavebnicová metoda využívaná Ministerstvem průmyslu a obchodu.

Predikcí *EVA* bylo zjištěno, že se střední hodnota *EVA* pohybuje ve všech měsících predikovaného období v záporných hodnotách. Intervaly, ve kterých se s největší pravděpodobností budou hodnoty *EVA* vyskytovat, jsou také ve většině měsíců tvořeny z velké části zápornými hodnotami. Pro některé predikované měsíce však lze očekávat kladné hodnoty ukazatele, neboť intervaly s největší pravděpodobností výskytu *EVA* mají v některých měsících své meze z velké části v kladných číslech a také v minulosti podnik v některých měsících vykazoval kladnou *EVA*. Pravděpodobnost, že bude hodnota *EVA* kladná, je cca 40 %. Pravděpodobnost, že bude *EVA* záporná nebo nulová, je v jednotlivých měsících zhruba 60 %. Nejvyšší predikovanou hodnotou pro dvanáct následujících měsíců je hodnota 371 494,32 tis. Kč ve čtvrtém měsíci. Naopak nejnižší hodnoty, které může být ve sledovaném období dosaženo, je -365 141,36 tis. Kč v jedenáctém měsíci.

Odhadovaná směrodatná odchylka má rostoucí trend, což je možné vysvětlit tím, že predikce na delší časové období je spojena s větším rizikem. Nejnižší je volatilita v druhém měsíci ve výši 61 862,64 tis. Kč, naopak největší hodnotu má směrodatná odchylka v desátém měsíci ve výši 73 176,40 tis. Kč. Hodnoty $VaR_{5\%}$ a $VaR_{10\%}$ vykazují ve sledovaném období klesající tendenci. Také hodnoty kvantilů 1 % a 5 % mají v čase mírně sestupný trend. Kvantily 95 % a 99 % naopak v průběhu roku mírně rostou.

Na základě dosažených výsledků lze konstatovat, že podnik XY nebude v následujících dvanácti měsících tvořit ekonomickou přidanou hodnotu pro vlastníky. Jestliže se vedení podniku XY rozhodne zvýšit hodnotu *EVA*, mělo by se zaměřit na rostoucí trend *EVA*, čehož lze dosáhnout zvýšením rentability vlastního kapitálu nebo snížením nákladů vlastního kapitálu. Aby byla pravděpodobnost, že bude *EVA* záporná nebo rovna nule, 20 %, musel by podnik v prvním měsíci zvýšit ziskovost vlastního kapitálu o 400 % nebo snížit náklady vlastního kapitálu o 372 %, případně navýšit rentabilitu o 300 % současně se snížením nákladů o polovinu, což je nereálné. V krátkém časovém horizontu je tedy výrazné zvýšení ziskovosti či snížení nákladů nemožné, avšak v delším časovém horizontu by se měl podnik zaměřit v souvislosti s hodnocením finanční výkonnosti na zvýšení hodnoty ukazatele *EVA* a na přechod střední hodnoty *EVA* do kladných čísel.

V práci bylo také ověřeno, že zvolený model je možné aplikovat pro predikci *EVA* a stanovit její střední hodnotu, směrodatnou odchylku, *VaR* a další charakteristiky a provést potřebná opatření. Při predikci se ovšem vycházelo ze zjednodušeného předpokladu, že ukazatele mají normální rozdělení. Za nedostatek modelu pak lze považovat, že pro některé ukazatele byly hodnoty vytvořené modelem téměř konstantní nebo se zpožděním kopírovaly skutečný vývoj ukazatele.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Odborné knihy

[1] ARLT, Josef a Markéta ARLTOVÁ. *Ekonomické časové řady*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. 288 s. ISBN 978-80-247-1319-9.

[2] DLUHOŠOVÁ, Dana a kol. *Nové přístupy a finanční nástroje ve finančním rozhodování*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2004. 640 s. ISBN 80-248-0669-X.

[3] DLUHOŠOVÁ, Dana a kol. *Finanční řízení a rozhodování podniku: analýza, investování, oceňování, riziko, flexibilita*. 3. upr. vyd. Praha: Ekopress, 2010. 225 s. ISBN 978-80-86929-68-2.

[4] FABIAN, František a Zdeněk KLUIBER. *Metoda Monte Carlo a možnosti jejího uplatnění*. 1. vyd. Praha: Prospektrum, 1998. 152 s. ISBN 80-7175-058-1.

[5] HANČLOVÁ, Jana. *Ekonometrické modelování*. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2012. 214 s. ISBN 978-80-7431-088-1.

[6] HINDLS, R., S. HRONOVÁ, J. SEGER a J. FISCHER. *Statistika pro ekonomy*. 8. vyd. Praha: Professional Publishing, 2007. 415 s. ISBN 978-80-86946-43-6.

[7] HRADECKÝ, P., A. MADRYOVÁ a M. TURČAN. *Pravděpodobnost.* 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 1998. 168 s. ISBN 80-7078-442-3.

[8] HULL, John C. *Options, futures and other derivates*. 6th ed. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2006. 789 p. ISBN 0-13-149908-4.

[9] KORN, R., E. KORN a G. KROISANDT. *Monte Carlo methods and models in finance and insurance*. Boca Raton: CRC Press, 2010. 470 p. ISBN 978-1-4200-7618-9.

[10] MAŘÍK, Miloš a Pavla MAŘÍKOVÁ. *Moderní metody hodnocení výkonnosti a oceňování podniku*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2005. 164 s. ISBN 80-86119-61-0.

[11] NEUMAIEROVÁ, Inka a Ivan NEUMAIER. *Výkonnost a tržní hodnota firmy*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2002. 216 s. ISBN 80-247-0125-1.

[12] PAVELKOVÁ, Drahomíra a Adriana KNÁPKOVÁ. *Výkonnost podniku z pohledu finančního manažera*. 2. vyd. Praha: Linde, 2009. 333 s. ISBN 978-80-86131-85-6.

[13] TURČAN, Matěj a kol. *Statistika*. 1. vyd. Ostrava: VŠB-TU Ostrava, 2002. 162 s. ISBN 80-248-0131-0.

[14] ZMEŠKAL, Zdeněk a kol. *Finanční modely*. 2. vyd. Praha: Ekopress, 2004. 236 s. ISBN 80-86119-87-4.

Elektronické dokumenty

[15] MINISTERSTVO FINANCÍ ČR. *Průzkum makroekonomických prognóz*, [online]. 2012, [cit. 2013-01-25]. Dostupné z: http://www.mfcr.cz/cps/rde/xbcr/mfcr/34-kolokvium_2012-11.pdf

[16] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. *Finanční analýza podnikové sféry za rok 2011*, [online]. 2012, [cit. 2013-01-25]. Dostupné z: http://www.mpo.cz/dokument105732.html

[17] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. *Finanční analýza podnikové sféry za rok 2008*, [online]. 2009, [cit. 2013-01-25]. Dostupné z: http://www.mpo.cz/dokument66391.html

[18] MINISTERSTVO PRŮMYSLU A OBCHODU. *Finanční analýza průmyslu a stavebnictví za rok 2006*, [online]. 2007, [cit. 2013-01-25]. Dostupné z: http://www.mpo.cz/dokument19696.html

SEZNAM ZKRATEK

a (.)	přírůstek
A	aktiva
a	parametr rychlosti přibližování k dlouhodobé rovnováze
a_p	hodnota, která tvoří dolní hranici kvantilového intervalu
APM	arbitrážní model oceňování
apod.	a podobně
atd.	a tak dále
b (.)	směrodatná odchylka změny proměnné
b	parametr dlouhodobé rovnováhy
BCF	brutto cash flow
BIB	brutto investiční báze
BU	bankovní úvěry
BVE	účetní hodnota vlastního kapitálu
C	kapitál
C	kovarianční matice
CAPM	model oceňování kapitálových aktiv
cca	přibližně
CFROI	provozní návratnost investice
CIR	Cox-Ingresoll-Rossův model
c_t	kupónová platba v jednotlivých letech
ČR	Česká republika
D	cizí kapitál
d	sazba daně z příjmu
DBU	dlouhodobé bankovní úvěry
df	stupeň volnosti
DIV	dividenda
dr	změna úrokové sazby v čase
dt	časový interval
dx	přírůstek hodnoty
dz	přírůstek náhodné veličiny v čase (Wienerův proces)
E	vlastní kapitál
$\vec{e}$	vektor nezávislých proměnných z normovaného normálního rozdělení

E( )	střední hodnota
$E(R_E)$	očekávaný výnos vlastního kapitálu
$E(R_j)$	očekávaný výnos j-tého faktoru
$E(R_M)$	očekávaný výnos tržního portfolia
EAT	čistý zisk
EBIT	zisk před úroky a zdaněním
EBITDA	zisk před úroky, zdaněním a odpisy
EBT	zisk před zdaněním
EPS	čistý zisk na akcii
ESS	rozptyl vysvětlený regresí
RSS	rozptyl přirazený reziduálnímu rozptylu nevysvětlenému regresí
EVA	ekonomická přidaná hodnota
FCF	volné peněžní toky
FISH	distribuční funkce Fisherova rozdělení
F^{krit}	kritická hodnota F-statistiky
F^{vyp}	vypočtená hodnota F-statistiky
H_0	nulová hypotéza
H_A	alternativní hypotéza
h_p	délka kvantilového intervalu
HW	Hull-Whiteův model
i	úroková sazba z dluhu
IRR	vnitřní výnosové procento
JKV	jednorázové kapitálové výdaje
k	počet nezávislých proměnných
K	koeficient špičatosti
Kč	koruna česká
KZ	krátkodobé závazky
L3	ukazatel celkové likvidity
MFČR	Ministerstvo financí České republiky
MNČ	metoda nejmenších čtverců
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MS_{ESS}	průměrný vysvětlený rozptyl
MS_{RSS}	průměrný reziduální rozptyl
MV	celková tržní hodnota podniku

MVA	tržní přidaná hodnota
MVE	tržní hodnota vlastního kapitálu
N	celkový počet prvků
n_1	kumulativní četnost jednotek ležících před kvantilovým intervalem
n_2	četnost intervalu, v němž leží hledaný kvantil
NH	nominální hodnota
NOPAT	zisk z operační činnosti podniku po zdanění
NPV	čistá současná hodnota
OA	oběžná aktiva
OBL	obligace
P	horní trojúhelníková matice
p	relativní četnost nižších hodnot, jejíž horní mez je hledaný kvantil
p_{ij}	prvky matice P
Pr	pravděpodobnost
P^T	transformovaná horní trojúhelníková matice
PV	současná hodnota
R	náklad kapitálu
r	úroková sazba
R_D	náklady na cizí kapitál
R_E	náklady na vlastní kapitál
R_F	bezriziková sazba
$R_{finstab}$	riziková přirážka za riziko vyplývající z finanční stability
R_{LA}	riziková přirážka za velikost podniku
ROA	rentabilita aktiv
ROC	výnosnost investovaného kapitálu
ROCE	rentabilita dlouhodobě investovaného kapitálu
ROE	rentabilita vlastního kapitálu
ROI	rentabilita investovaného kapitálu
$R_{podnikatelské}$	riziková přirážka za obchodní podnikatelské riziko
s	směrodatná odchylka
S	koeficient šikmosti
s^2	rozptyl
ST	distribuční funkce Studentova rozdělení
T	doba životnosti

t	jednotlivá období doby *T*
Tab.	tabulka
TCA	tržní cena akcie
TCO	tržní cena obligace
tis.	tisíc
tj.	to je
t^{krit}	kritická hodnota t-statistiky
Tr	tržby
TSR	tržní výnos akciového kapitálu
t^{vyp}	vypočtená hodnota t-statistiky
tzn.	to znamená
tzv.	takzvaný
UM	úroková míra
UZ	úplatné zdroje
var	rozptyl
VaR	Value at Risk
V_E	výnos vlastního kapitálu
WACC	náklady na celkový kapitál
$WACC_L$	náklady celkového kapitálu zadlužené firmy
$WACC_U$	náklady celkového kapitálu nezadlužené firmy
x	proměnná
X	nezávislá proměnná
$\bar{x}$	aritmetický průměr znaku *x*
$\tilde{x}$	medián
X1	ukazatel vyjadřující nahrazení úplatného cizího kapitálu vlastním kapitálem
XL	mezní hodnota likvidity
$\tilde{x}_{0,25}$	dolní kvartil
$\tilde{x}_{0,75}$	horní kvartil
Y	závislá proměnná
y_i	historické hodnoty
Y_i	hodnoty vyrovnané regresí
Z	hrubý zisk

$\tilde{z}$	náhodná proměnná z normovaného normálního rozdělení
z_0	výchozí veličina
z_p	pořadové číslo jednotky, jejíž hodnota je hledaný kvantil
α	hladina významnosti
α	výnos aktiva
$\hat{\alpha}$	odhadovaný transformovaný parametr Vašíčkova modelu
$\hat{\beta}$	odhadovaný transformovaný parametr Vašíčkova modelu
β_0	regresní parametr (úrovňová konstanta)
β_1	regresní parametr
β_E	koeficient citlivosti dodatečného výnosu vlastního kapitálu na dodatečný výnos tržního portfolia
β_{E_j}	koeficient citlivosti dodatečného výnosu vlastního kapitálu na dodatečný výnos j-tého faktoru
ε	náhodná složka (reziduum)
ρ_{xy}	korelace mezi náhodnými veličinami x a y
σ	směrodatná odchylka
σ^2	rozptyl
σ_{xy}	kovariance mezi náhodnými veličinami x a y
σ_{ij}	prvky kovarianční matice
$\Delta\tilde{\Pi}$	zisk z portfolia aktiv

Prohlášení o využití výsledků diplomové práce

Prohlašuji, že

- jsem byla seznámena s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo;
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3);
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě archivována v Ústřední knihovně VŠB-TUO a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že bibliografické údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO;
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- bylo sjednáno, že užít své dílo, diplomovou práci, nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Ostravě dne 26. dubna 2013

Holomková

……………………………….

Zuzana Holomková

SEZNAM PŘÍLOH